

07(329)/2018

Издается с января 1991 г.

Учредитель и издатель журнала:  
ИЧУП "РАДИОЛИГА"

Журнал зарегистрирован  
Министерством информации  
Республики Беларусь  
(свид. о гос. рег. СМИ № 684 от 12.10.2009 г.).

Главный редактор  
НАЙДОВИЧ В.М.

Редакционный совет:

АБРАШ Р.В.  
БАДЛО С.Г.  
БАРАНОВИЧОВ М.Л.  
ГУЛЯЕВ В.Г.  
КОВАЛЬЧУК С.Б.  
МОСКАТОВ Е.А.  
НАЙДОВИЧ О.М.  
ЧЕРНОМЫРДИН А.В.

Оформление  
СТОЯЧЕНКО С.Б.

Директор журнала  
НАЙДОВИЧ В.М.

Адрес для писем:  
Беларусь, 220015, г. Минск-15, а/я 2

Address for correspondence:  
p/o box 2, Minsk-15, 220015, Belarus

E-mail: [rl@radioliga.com](mailto:rl@radioliga.com)  
<http://www.radioliga.com/>

Адрес редакции:  
Минская обл., Минский р-н,  
пос. Привольный, ул. Мира, 20-10  
Тел./факс (+375-17) 231-70-86

Подписано к печати 16.07.2018 г.  
Формат 60x84/8 6 усл. печ. л.  
Бумага газетная.  
Печать офсетная.

Отпечатано в типографии  
ООО "ЮСТМАЖ",  
г. Минск, ул. Калиновского, 6, Г 4/К, ком. 201.  
Лицензия 02330/250 от 27.03.2014 г.  
Заказ №  
Тираж 500  
Цена свободная.

Все права закреплены. Любая часть данного издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения редакции журнала. При цитировании – ссылка на журнал обязательна.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Позиция редакции может не совпадать с мнением авторов публикаций.

Редакция имеет право использовать опубликованные в журнале материалы для переиздания в любом виде – печатном и электронном, с указанием авторов, включая статьи, присланные в журнал и защищенные авторскими правами.

Редакция не несет ответственности за содержание и авторский оформительский стиль рекламных публикаций и объявлений.

Редакция оставляет за собой право вступать в переписку с авторами и читателями по усмотрению.

© Радиолюбитель

# В номере

## ГОРИЗОНТЫ ТЕХНИКИ

- 2 Новости от C-NEWS  
4 Новости от Cisco Systems

## АУДИОТЕХНИКА

- 6 Александр Ракитский. ЭМОС по смещению. Десять лет спустя

## АВТОМАТИКА

- 10 Игорь Горский. Термостат на термопаре и модуле MAX6675  
11 Михаил Шустов. Преобразователь "Потенциометр – многопозиционный переключатель"

## ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

- 13 Евгений Москатов. Исследование в LTspice вторичного полумостового источника электропитания, обеспечивающего стабильное постоянное выходное напряжение 12 В  
15 Виктор Беседин (UA9LAQ). Есть идея...

## ИЗМЕРЕНИЯ

- 17 Михаил Шустов. Активный перестраиваемый реверсивный фильтр  
18 Сергей Бадло. Методический пример преобразования 40 МГц в 24 МГц на ПЛИС  
20 Андрей Савченко. Visual Analyser. Проверка возможностей измерительного комплекса  
23 Владимир Турчанинов. Многофункциональный частотомер на микроконтроллере PIC18F252-I/SP (v.4.0)

## "РЛ" - НАЧИНАЮЩИМ

- 26 Михаил Шустов. Электронные реле минимального, максимального и диапазона токов нагрузки  
28 Святослав Бабын (UR5YDN). Устройство для виброакустического массажа

## РАДИОПРИЕМ

- 30 Василий Гуляев. Пересекая границы с именем Христа  
33 Владимир Рубцов (UN7BV). Система подстройки ФСС при изменении частоты ГПД  
35 Александр Берёзкин (UA1AEB). "Радиовещание на русском языке"

## РАДИОСВЯЗЬ

- 36 Виктор Беседин (UA9LAQ). Фильтры на 50 МГц

## ТЕХНОЛОГИИ

- 40 Сергей Воронков. Создание ТВЧ установки. Работа над ошибками

## ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

- 43 Михаил Барановичков. Дискретные элементы Холла отечественного производства (справочная информация)

## КНИЖНАЯ ЛАВКА

### РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

- 46 Радиотехника  
46 Телефонная связь

## КУПЛЮ, ПРОДАМ, ОБМЕНЯЮ

- 48 "РЛ" - ИНФО

На обложке: автор фото – Борислав Чиж, UY5BC.

Подписка на журнал предлагается всеми отделениями связи.

Подписной индекс по каталогу БЕЛПОЧТА	74996
Подписной индекс по каталогу БЕЛСОЮЗПЕЧАТЬ	74996
Подписной индекс по каталогу РОСПЕЧАТЬ	74996
ООО "Северо-Западное Агентство «Прессинформ»" (Россия),	
ООО "Информнаука" (Россия), ЗАО "МК-Периодика" (Россия),	
ГК "Урал-Пресс" (Россия), ГП "Пресса" (Украина), АО "Летувос паштас" (Литва),	
ООО "Подписное агентство PKS" (Латвия), ГП "Пошта Молдовей" (Молдова),	
Фирма "INDEX" (Болгария), Kuschnerov EASTUROBOOKS (Германия).	
Подписной индекс –	74996.

### Российские разработчики усовершенствовали ядерную батарейку

[http://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/rossijskie\\_razrabotchiki\\_usovershenstvovali\\_yadernuyu\\_batareyku](http://zoom.cnews.ru/rnd/article/item/rossijskie_razrabotchiki_usovershenstvovali_yadernuyu_batareyku)

Группа российских ученых из МФТИ, ФГБНУ ТИСНУМ и МИСиС за счет оптимизации толщины слоев создала мощную ядерную батарейку, использующую для генерации электрической энергии бета-распад изотопа никеля-63. В одном грамме созданной батарейки содержится около 3300 милливатт-часов, что на сегодня является наилучшим показателем среди аналогичных источников питания.

Группа российских ученых разработала метод, который позволяет почти в десять раз повысить удельную мощность "ядерной батарейки". В разработанном и изготовленном ими элементе бета-частицы испускались радиоактивным изотопом никеля-63 и попадали в алмазные преобразователи на основе барьера Шоттки. Полная электрическая мощность батарейки составила около 1 мкВт, а удельная мощность достигла десяти микроватт на кубический сантиметр. Период полураспада никеля-63 составляет около ста лет. Таким образом, в одном грамме батарейки запасено около 3300 милливатт-часов, что в десять раз больше, чем в химических батарейках.

Созданный прототип "ядерной батарейки" включает двести алмазных преобразователей, между которыми находятся слои фольги никеля-63 и стабильного никеля. Мощность, генерируемая преобразователем, зависит от толщины никелевой фольги и самого преобразователя, который поглощает бета-частицы. Низкая эффективность существующих ядерных батарей связана с несовершенной оптимизацией и наличием лишнего объема. Если толщина бета-источника слишком велика, электроны не смогут покинуть его. Но слишком тонкий источник тоже невыгоден, так как в этом случае уменьшается число бета-распадов в единицу времени.

Российские ученые планировали создать батарею на никеле-63 с максимальной удельной мощностью, без лишнего объема. В ходе экспериментов они обнаружили оптимальную толщину бета-источника и преобразователя. Эффективнее всего бета-источник на основе никеля-63 при толщине около двух микрометров, а алмазный преобразователь на основе барьера Шоттки – при толщине около 10 микрометров.

Новая разработка может быть применима в космической промышленности. В частности, в настоящее время существует потребность в автономных беспроводных внешних датчиках и микросхемах памяти со встроенной системой питания. Алмаз является одним из наиболее радиационно стойких полупроводников, и может функционировать в широком диапазоне температур, что делает его идеальным материалом для создания ядерных батарей космических аппаратов.

### TSMC через год выпустит 5-нанометровый чип

<http://zoom.cnews.ru/news/item/410191>

*Микросхемы 5-нм появятся в 2019 году*

Массовое производство микросхем с использованием усовершенствованного производственного процесса на 5 нанометров (нм) начнется в конце 2019 г. или в начале 2020 г. Об этом заявил С.С. Вэй (С.С. Wei), исполнительный директор тайваньской компании TSMC, крупнейшего в мире контрактного производителя микросхем в мире.

Выступая на технологическом форуме в Синьчжу, Вэй объявил, что компания вложит около \$25 млрд в строительство завода в Южно-Тайваньском научном парке в Тайнани.

Напомним, ранее компания начала массовое производство следующего поколения мобильных процессоров для смартфонов iPhone, анонс которых ожидается во втором полугодии 2018 г. Особенностью новых мобильных процессоров Apple, которые с высокой вероятностью получат рыночное название A12, является применение при их производстве новейшего технологического процесса с нормами 7 нм.

7-нм технологии будут в основном использоваться в сферах, связанных с развитием искусственного интеллекта, графических процессоров и 5G.

*Снижение числа нанометров требует совершенствования технологий*

По состоянию на конец прошлого года в TSMC работало 6145 исследователей. Исследовательские фонды на 2017 г. составили \$2,652 млрд. По словам Вэй, TSMC является одной из двух компаний в мире, способной вносить новые инвестиции в нанометровые технологии.

Эксперты отмечают: приход к 7 нм и меньше означает совершенствование существующих технологий литографии. В частности, для достижения показателя в 7 нм была выбрана технология EUV (литография в жестком ультрафиолетовом диапазоне).



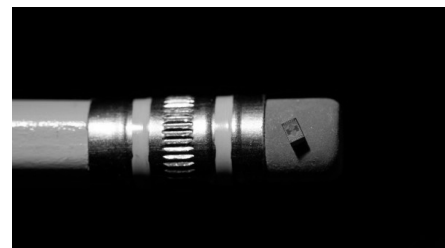
### Intel производит квантовые чипы на том же оборудовании, что и обычные процессоры

<http://zoom.cnews.ru/news/item/408651>

*Крошечный квантовый чип*

Intel приступила к тестированию миниатюрных чипов на так называемых спиновых кубитах (spin qubit), созданных на ее фабрике D1D в штате Орегон. Это самый маленький квантовый компьютерный чип, который когда-либо производила Intel – в несколько раз меньше ластика на кончике карандаша, сообщает компания на своем сайте. При изготовлении новых чипов используются то же оборудование, что и при выпуске обычных процессоров, уточняется в сообщении.

Примечательной особенностью новых чипов Intel является то, что их кубиты необыкновенно малы – ловушки для электронов достигают всего 50 нм в ширину. Их можно рассмотреть только в электронный микроскоп. Для сравнения, в диаметре одного человеческого волоса может поместиться 1,5 тыс. таких кубитов. Это дает широкие возможности для их масштабирования, сообщает Intel, что в перспективе должно привести к появлению квантового компьютера, содержащего тысячи и даже миллионы кубитов.



Новые чипы Intel не содержат транзисторов — переключателей, которые являются основой современных компьютеров. Вместо этого используются кубиты (сокращение от “квантовые биты”), которые содержат по одному электрону каждый. Поведение этого электрона, который может одновременно находиться во множестве спиновых состояний, обеспечивает больше вычислительной мощности, чем транзисторы, что и является основой квантовой вычислительной техники.

Новые чипы работают при экстремально низких температурах, которых требуют квантовые компьютеры – около -460 градусов по Фаренгейту или -273 градусах по Цельсию, сообщает Intel.

#### *Две квантовые технологии*

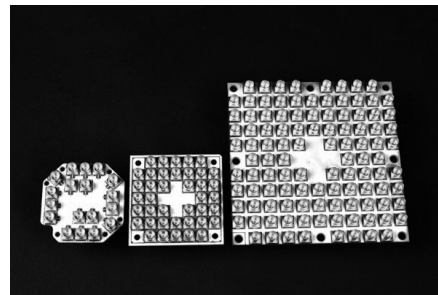
Издание IEEE Spectrum – ежемесячный журнал Института инженеров электротехники и электроники – опубликовал интервью с Джимом Кларком (Jim Clarke), директором Intel по квантовой технике. Кларк показал два изделия, созданные по разным технологиям, которые Intel применяет для изготовления квантовых чипов.

Одним из изделий оказался 49-кубитный чип Tangle Lake, представленный компанией в январе на выставке CES 2018. Тестирование этих чипов началось в мае в Делфтском техническом университете в Нидерландах. Чипы примечательны тем, что упакованы в материал, который выдерживает воздействие низких температур, необходимых для их работы, и при этом пропускает сигнал. В Tangle Lake используются так называемые сверхпроводящие кубиты.

Второй продукт, продемонстрированный Кларком во время интервью, представляет собой нечто новое – полную пластину экспериментальных чипов на спиновых кубитах, то есть находящихся в зависимости от спина одиночных электронов. В отличие от сверхпроводящих кубитов, которые достигли в своем развитии уровня чипов с 10-50 кубитами, спиновые кубиты пока что находятся на уровне пары кубитов на чип, то есть отстают на несколько лет.

По словам Кларка, спиновые кубиты по ряду причин являются более перспективными, чем сверхпроводящие. Во-первых, они могут работать при более высоких температурах – на 1 кельвин выше абсолютного нуля, а не на одну сотую кельвина выше, как сверхпроводящие. Разница выглядит незначительной, но она довольно существенна с точки зрения разработки систем охлаждения и энергетической затратности этих систем, поясняет Кларк.

Кларк сообщил, что в настоящий момент его команда способна изготавливать около 5 пластин со спиновыми кубитами в неделю. Одна из них уже была передана на тестирование в Нидерланды.



#### **IBM выпустила ПК размером с “кристалл соли”**

<http://zoom.cnews.ru/news/item/390311>

#### *Щепотка компьютеров*

Компания IBM в рамках своей ежегодной конференции Think 2018 представила крошечный компьютер, который в компании называют “самым маленьким в мире”.

Несмотря на действительно крошотные размеры, не превышающие габаритов кристалла не размолотой соли, чип вмещает в себя полноценный x86-компьютер с вычислительной мощностью уровня 1990-х годов.

Несмотря на невысокие по сегодняшним меркам вычислительные способности, крошотный чип IBM имеет еще одно значительное преимущество: себестоимость его производства не превышает десятка центов (\$0,1).

Архитектура чипа, по данным компании, вмещает “не менее нескольких сотен тысяч транзисторов”, которых более чем достаточно “для мониторинга, анализа, коммуникаций и даже обработки данных”.

#### *МикроПК как часть “крипто-якоря”*

По данным IBM, архитектура микрочипа на базе “не менее 1 млн транзисторов” состоит из вычислительных специализированных микромодулей на единой кремниевой подложке, модуля центрального процессора, светодиодных матриц для коммуникаций, статической памяти (SRAM), а также цепей питания.

Несмотря на крошотные размеры, микрочипы IBM поддерживают технологию блокчейн и могут служить источниками данных для blockchain-приложений. В IBM полагают, что в будущем на базе подобных крошотных “криптографических якорей” будут разработаны чипы для внедрения и дальнейшего отслеживания поставок товаров, детектирования подделок и мошенничества.

В дополнение, крошотные чипы IBM также обладают базовыми функциями искусственного интеллекта, позволяющими им, например, производить первичную сортировку данных.

Предположительно такие процессоры в ближайшем будущем будут интегрироваться в бытовую технику, домашнюю утварь, производственное оборудование и в устройства и модули интернета вещей. Такие чипы, по словам представителей IBM, можно внедрить практически в любые предметы и устройства даже небольших размеров.

Термин “криптографический якорь” (или “крипто-якорь” – crypto-anchor) в IBM трактуют как “защищенный от несанкционированного доступа цифровой отпечаток”. Такие “крипто-якоря” состоят из крошотного сенсора “мобильной связи” (сверхминиатюрного сотового телефона), микро-ПК и специального оптического устройства с поддержкой алгоритмов ИИ, способного обучаться и идентифицировать оптические структуры и функции определенных объектов. Уже сейчас такие оптические чипы способны идентифицировать ДНК-последовательности всего лишь за несколько минут.

“В течение ближайших пяти лет [крошотные] криптографические “якоря” в виде съедобных чернил или крошечных компьютеров, размером менее кристалла соли, будут внедрены в повседневные предметы”, – заявил в рамках пленарного выступления на конференции IBM Think 2018 Арвинд Кришна (Arvind Krishna), старший вице-президент IBM и глава отдела исследований.

#### *Перспективы проекта*

В настоящее время никаких определенных сроков коммерческого запуска проекта в компании не называют.

Разработчики IBM сейчас занимаются тестированием первых прототипов и разработкой дополнительных функциональных возможностей для расширения сфер их применения.

По данным компании, первые опытные модели будут представлены потенциальным клиентам “в ближайшие 18 месяцев”. В ближайшие пять лет разработчики обещают внедрение крипто-якорей в микро-жидкости, упаковочные системы, криптографию, флеш-память и другие сферы.



Cisco – мировой лидер в области информационных технологий, с 1984 способствующий развитию Интернета. Наши сотрудники, партнеры и разрабатываемые решения обеспечивают безопасные подключения, помогая воспользоваться преимуществами цифровых технологий будущего уже сегодня.

Узнать больше о решениях, технологиях и текущей деятельности компании можно на сайтах [www.cisco.ru](http://www.cisco.ru) и [www.cisco.com](http://www.cisco.com), а также в “Твиттере” @CiscoRussia

## Cisco совершенствует защиту конечных устройств и электронной почты

*Cisco анонсировала новые сервисы защиты электронной почты для более эффективного предотвращения фишинговых и спуфинговых атак*

Основное достояние любой организации – ее сотрудники, однако они же могут стать источником рисков, когда речь идет о кибербезопасности. Получая электронную почту, сотрудники могут и не подозревать, что кажущееся вполне легитимным сообщение на самом деле искусно подготовлено злоумышленниками и “заряжено” вредоносным ПО. По данным “Ежегодного отчета Cisco по кибербезопасности” за 2018 г. (Cisco Annual Cybersecurity Report 2018), в случае успеха подобных атак общий ущерб, включая потерянные доходы, упущенную выгоду, отток клиентов и наличные затраты, у большинства компаний может превысить 500 тыс. долларов. Для отражения продвинутых угроз, целью которых являются сотрудники, Cisco предлагает новые сервисы безопасности электронной почты, которые защищают пользователей от мошеннических сообщений, и новые функции защиты пользовательских устройств от программ-вымогателей, вирусного майнинга криптовалют и бесфайловых вредоносных программ.

Производители практически всех представленных на рынке решений защиты конечных устройств заявляют об их способности блокировать 99% вредоносных программ. Но что делать с оставшимся одним процентом, с теми угрозами, которые смогли избежать обнаружения благодаря изощренным технологиям? Облачное решение защиты конечных точек Cisco® Advanced Malware Protection (AMP) for Endpoints предотвращает атаки и помогает выявлять необнаруженные угрозы, способные нанести ущерб бизнесу.

*Новые функции решения Cisco AMP for Endpoints*

**Комплексные механизмы выявления угроз и противодействия им, в том числе таким современным угрозам, как программы-вымогатели и вирусный майнинг криптовалют.** Теперь Cisco защищает от угроз, даже если пользователь отключился от сети. Новая функция защиты от эксплойтов Cisco AMP for Endpoints борется с бесфайловыми атаками, в том числе с такими, которые располагаются исключительно в памяти устройства, а функция предотвращения вредоносной деятельности останавливает программы-вымогатели, прерывая исполняемые процессы и предотвращая их распространение.

Проанализировав различные варианты программ-вымогателей, аналитики Cisco выявили используемые в них общие методы шифрования. На основе полученных данных был разработан новый механизм защиты бизнеса от шифрования данных программами-вымогателями и от их распространения.

Наблюдаемый в последнее время рост популярности бесфайлового вредоносного ПО частично объясняется трудностью его обнаружения. В решение Cisco AMP непосредственно встроен новый защитный механизм, который не требует никакой настройки и корректировки для борьбы с подобными угрозами. Механизм защищает от использования уязвимостей, для которых отсутствуют обновления, и работает круглосуточно даже при переходе пользователей в режим офлайн.

**Cisco Visibility – приложение для исследования угроз.** Новое облачное приложение, встроенное в консоль управления конечными устройствами, упрощает и ускоряет процесс исследования инцидентов безопасности, существенно облегчая работу аналитиков, которые теперь смогут уверенно и быстро расследовать инциденты в требуемом масштабе. Приложение собирает, нормализует и дополняет события безопасности, давая визуальное представление масштабов происшествия от конечных точек до сети и облака.

С целью упрощения расследований, уменьшения сложности и сокращения сроков классификации инцидентов и устранения последствий, решение Cisco Visibility объединяет внутренние события безопасности и аварийные данные внутренней инфраструктуры безопасности организации с аналитическими данными по угрозам, получаемым от Cisco Talos™ и сторонних организаций.

При выполнении стандартных задач Cisco Visibility минимизирует необходимость переключения между множеством консолей. Пользователю достаточно сделать несколько щелчков мышью, чтобы углубиться в данные от Talos, Cisco Umbrella Investigate™, Threat Grid, AMP и других источников для понимания того, каким образом наблюдаемые события существуют в среде и как они соотносятся друг с другом.

*Cisco создает новые сервисы защиты электронной почты*

Как бы существенно ни менялась общая картина угроз, вредоносная электронная почта и спам остаются действенными инструментами, с помощью которых злоумышленники распространяют вредоносное ПО, причем многие из угроз достигают конечных устройств. Организациям необходимо защищать свои домены от использования их в качестве средств доставки вредоносных сообщений, а также защищать своих внутренних пользователей от фишинговых и спуфинговых атак с подозрительных адресов отправителей.

Cisco помогает решать эти проблемы и более эффективно предотвращает подмену идентичности (identity deception), применяемую в фишинговых атаках. Cisco заключила OEM-соглашение с компанией Agari в области маркетинга и продажи новых сервисов, дополнивших продукт Email Security.

*Новые функции обеспечения безопасности электронной почты*

**Cisco Domain Protection** автоматизирует процесс аутентификации электронной почты с целью предотвращения фишинга, защиты от мошенничества и сохранения контроля над электронной почтой путем анализа, обновления данных и принятия мер против отправителей, использующих свои домены для рассылки вредоносных сообщений. Сервис поддерживает технологию DMARC (Domain-Based Message Authentication, Reporting, and Conformance), стандарт для аутентификации электронной

почты, и в реальном времени сообщает пользователям доменов о факте рассылки с их доменов поддельных электронных писем. В будущем это станет обязательным требованием для многих организаций.

**Cisco Advanced Phishing Protection** дополняет инструмент Cisco Email Security комплексными возможностями машинного самообучения с целью блокирования продвинутых почтовых атак с фальшивыми идентификаторами путем оценки их вредоносного потенциала. Также для подтверждения репутации и аутентичности отправителей используются данные глобальной и локальной телеметрии в сочетании с аналитикой и моделированием. Это помогает выявлять сообщения, нацеленные на фишинг и компрометацию электронной почты (business email compromise, BEC), и пропускать в папку “входящие” только легитимные сообщения.

### *Развертывание с помощью управляемых услуг безопасности*

Чтобы новые возможности стали доступны всем заказчикам независимо от масштаба их деятельности и чтобы поставщики управляемых услуг (managed service providers, MSP) могли предлагать в своем портфолио сервисы Cisco Security, Cisco расширяет сотрудничество с компанией ConnectWise. Заказчикам будет предлагаться новая облачная платформа облачного управления ConnectWise Advanced Security Dashboard. Она полностью интегрирована с решением бизнес-управления ConnectWise Manage и дополняет действующий портал для MSP ConnectWise Unite with Cisco, опирающийся на лидирующие облачные продукты Cisco. Новая платформа ConnectWise Advanced Security Dashboard дает MSP возможность предоставлять управляемые услуги безопасности на базе портфолио Cisco, в который входят: Cisco AMP for Endpoints, Cisco Umbrella, Cisco Stealthwatch® Cloud, Cisco Adaptive Security Appliances, Cisco Next-Generation Firewall и устройства Cisco Meraki® MX.

“Мы понимаем, что для защиты сотрудников и их оконечных устройств необходимо нечто большее, чем простой антивирус. В качестве средств вторжения злоумышленники используют Интернет, электронную почту, всю сеть, – сказал Джефф Рид (Jeff Reed), старший вице-президент подразделения систем безопасности компании Cisco. – Мы повышаем степень защиты сотрудников, используя облачные средства против угроз, размещенных в Интернете. Наши партнерские связи, инвестиции и технологические инновации помогают максимально защитить электронную почту и оконечные устройства наших заказчиков”.

### **Новые модели использования Tetration – SaaS и виртуальное устройство – позволяют ускорить внедрение и оптимизировать затраты**

Cisco представила две новые модели использования решения Cisco® Tetration для ЦОД и облака: Tetration SaaS (облачное решение для организаций, которые используют исключительно облачные технологии или же отдают им предпочтение) и Tetration-V (программная версия на базе виртуального устройства для небольших внедрений). Функционал и характеристики обеих моделей аналогичны первоначальным вариантам Tetration для развертывания на площадках заказчика. Решение Tetration автоматизирует процесс картографирования приложений, а также генерацию и применение политик “белых списков”, защищая облачные нагрузки и делая прозрачными параметры сетевой производительности. Программные интерфейсы (API) решения дают возможность создавать собственные приложения с доступом к источникам данных Tetration, позволяя экспортировать созданные Tetration политики безопасности и применять их на контроллерах SDN и устройствах обеспечения безопасности.

Благодаря новым моделям использования сроки внедрения Tetration сократились до нескольких часов, при этом заказчик получает возможность гибкой оплаты по мере развития без необходимости серьезных начальных инвестиций.

Преимущества полностью управляемой Cisco модели Tetration SaaS:

- защита рабочих нагрузок без необходимости установки аппаратного обеспечения на объектах заказчика;
- защита рабочих нагрузок в локальных, публичных и частных облаках;
- масштабирование до 25 тыс. рабочих нагрузок;
- продолжительное хранение данных в течении многих месяцев;
- ускоренное развертывание для быстрого получения результатов;
- встроенные средства обеспечения высокой доступности и аварийного восстановления;
- качество предоставляемого сервиса гарантируется соглашением об уровне обслуживания (SLA) мирового класса;
- управляемые услуги, предоставляемые партнерами Cisco.

Организации, у которых число рабочих нагрузок не превышает 1000 и которые предпочитают программные решения, могут развернуть Tetration на виртуальном устройстве. Процесс установки отличается простотой, при этом возможно использование собственных серверов и СХД.

Обе модели использования Tetration предусматривают готовое к эксплуатации решение для идентификации приложений ЦОД, их детальных зависимостей и основных политик взаимодействия между различными уровнями приложений. Операторы смогут реализовать модель “нулевого доверия” с применением сегментации и белых списков, осуществлять мониторинг функционирования серверных процессов и выявлять программные уязвимости. Решение Tetration, используя аномалии поведения, выявляет события, несущие высокие риски для безопасности, такие как определенные эксплойты Spectre и Meltdown, а также позволяет проактивно помещать в карантин подверженные угрозе серверы. Такой подход позволяет обеспечить целостную защиту облачных рабочих нагрузок повсюду. Подробную информацию см. в “Руководстве по обеспечению безопасности задач в гибридных облаках” (A Recipe to Keep Your Hybrid Cloud Workloads Safe).

### *Архитектурный подход Cisco к обеспечению безопасности*

Tetration – это еще и центральная технология в портфолио продуктов Cisco для защиты рабочих нагрузок и обеспечения безопасности ЦОД. Взаимодействуя с Cisco ACI, а также с такими решениями безопасности, как Cisco Firepower® NextGeneration Firewall (NGFW), Next-Generation IPS (NGIPS), Advanced Malware Protection (AMP) и Stealthwatch®, платформа Tetration обеспечивает высокую безопасность, где бы ни располагалась рабочая нагрузка. Теперь операторы смогут увидеть все, что происходит в их сетях, сузить горизонт атак и остановить распространение вторжений в ЦОД. Подробную информацию см. в статье “Обеспечение безопасности современных ЦОД в многооблачном мире” (Redefining Security for the Modern Data Center in a Multi-Cloud World).

**Александр Ракитский**  
г. Ижевск  
E-mail: rafmail1953@mail.ru

Прошло 10 лет, как в журнале была опубликована статья “Опыт реализации ЭМОС по смещению” [1]. Я продолжал работать в этом направлении и предлагаю на рассмотрение новые результаты.

## ЭМОС по смещению. Десять лет спустя

Если в статье [1] много внимания уделено основам звуковоспроизведения в низкочастотном диапазоне и идея ещё не до конца оформилась, то в настоящей работе главным стала её чёткая реализация в конкретных технических решениях.

Структурная схема ЭМОС по смещению приведена на рис. 1, где:

1 – предварительный усилитель и тембробработка,  
2 – УМЗЧ (усилитель мощности звуковой частоты),  
3 – акустическое оформление типа “закрытый ящик”,  
4 – громкоговоритель,  
5 – диффузор (подвижная часть громкоговорителя),  
6 – рефлектор на подвижной части громкоговорителя,  
7 – датчик съёма смещения подвижной части громкоговорителя от своего равновесного положения,  
8 – сумматор-вычитатель,

9 – блоки питания для датчика съёма смещения 7,  
10 – усилитель на  $xP$  ( $P = 1...3$ ),  
11 и 12 – дифференцирующие звенья,  
К1-К4 – ключи для подачи (отключения) того или иного сигнала на сумматор-вычитатель 8.

Если сигнал с выхода 1 сразу подать на вход 2 УМЗЧ (К1 – вкл., К2-К4 – выкл.), то получаем стандартную схемотехнику звукоакустического агрегата – рис. 2.

Попыток внедрения ЭМОС – по скорости, ускорению, звуковому давлению и т.д. – в электроакустику для улучшения звучания было немало, но широкого распространения эти ЭМОС не получили. И главной причиной является то, что не снималось и не анализировалось смещение подвижной части от

равновесного положения, которое и определяет качество звука, а точнее, отклонение формы смещения подвижной части громкоговорителя от формы электрического сигнала, поступающего на вход громкоговорителя, так как не было соответствующей элементной базы для создания **малогабаритного и бес-**

Рис. 1

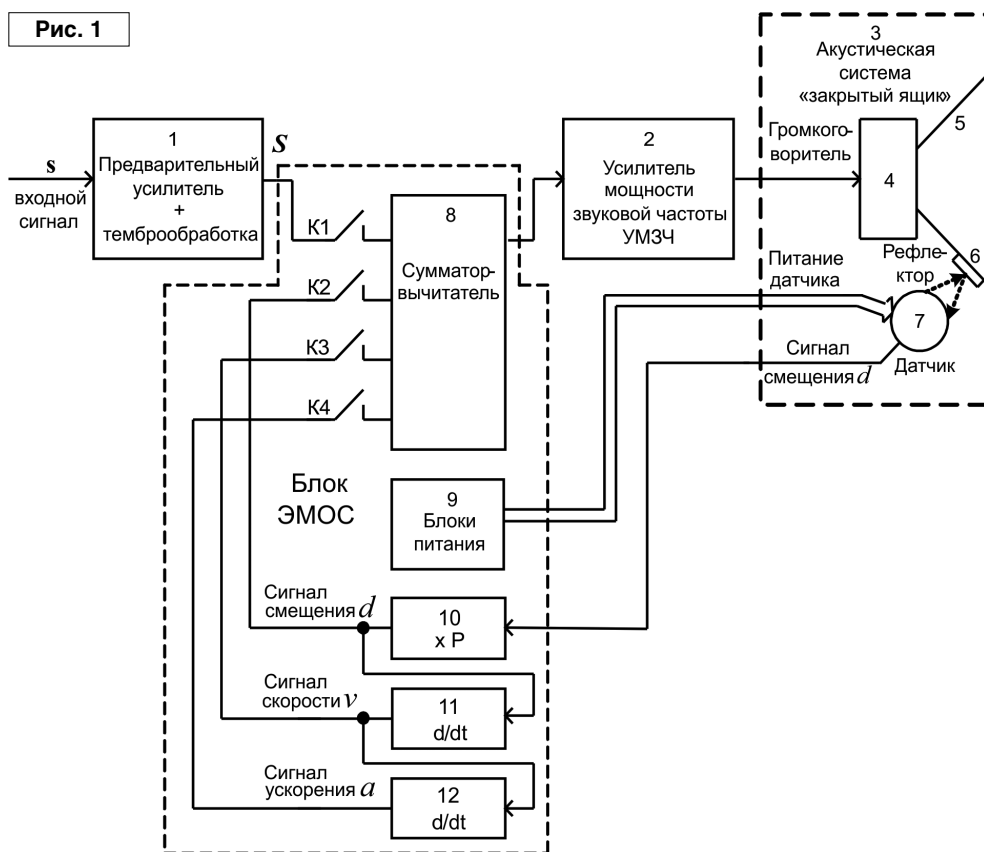
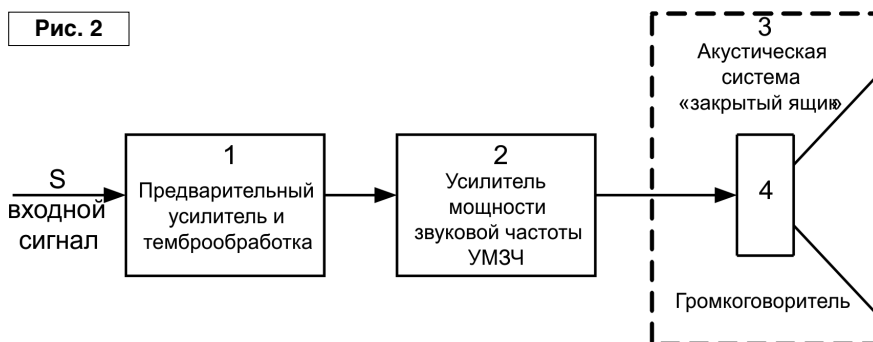
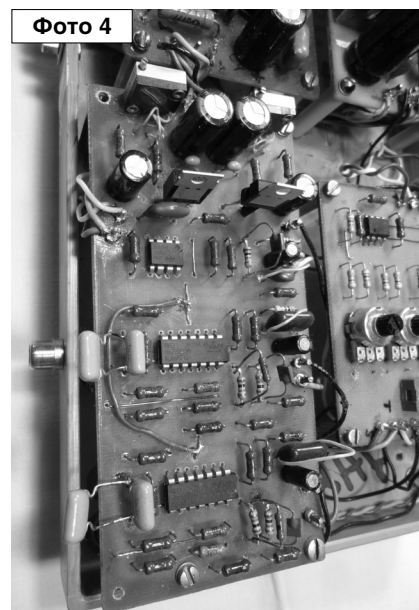
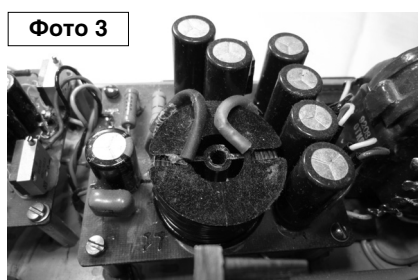
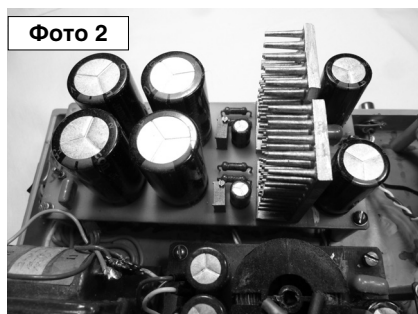


Рис. 2





**контактного датчика съёма смещения подвижной части (диффузора) громкоговорителя.**

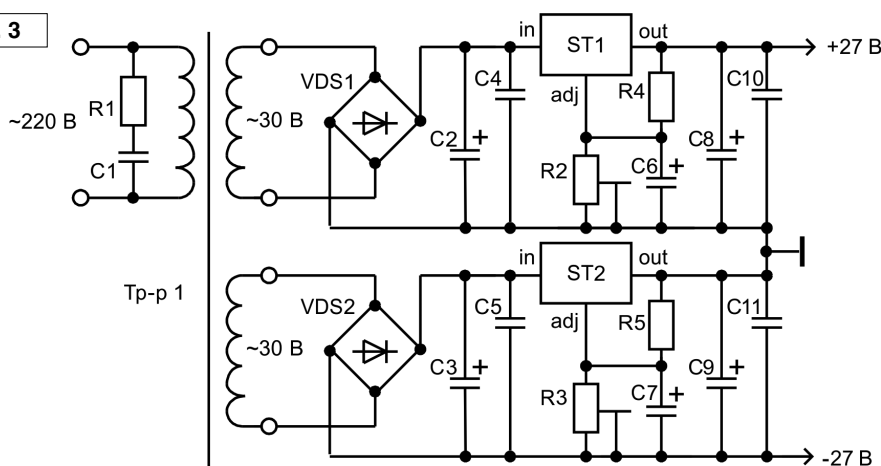
Но элементная база совершенствуется, и датчик съёма смещения подвижной части громкоговорителя был реализован – в [1] был описан датчик съёма смещения, в котором использовались фотодиоды ФД256-01 и светодиод В1R-007J4G. Это изменило и схемотехнический подход использования сигнала ЭМОС. Если раньше сигнал ЭМОС (по скорости, ускорению) усиливался, затем тривиально обрабатывался и суммировался с выходным сигналом блока предварительного усиления и темброобработки и поступал на вход УМЗЧ [2], то теперь сигнал с выхода блока предварительного усиления и темброобработки 1 **S** поступает на сумматор-вычитатель 8, где смешивается (суммируется-вычитается) с электрическими сигналами, пропорциональными смещению **d**, скорости **v** и ускорению **a** подвижной части громкоговорителя в таких пропорциях, чтобы получить

максимальное совпадение формы сигнала смещения, поступающего на вход ключа K2 и формы сигнала **S**, поступающего на вход ключа K1. Электрические сигналы **v** и **a**, поступающие на ключи K3 и K4, соответственно, получают одно-

кратным и двойным дифференцированием сигнала смещения подвижной части громкоговорителя **d**, снимаемого с датчика 7.

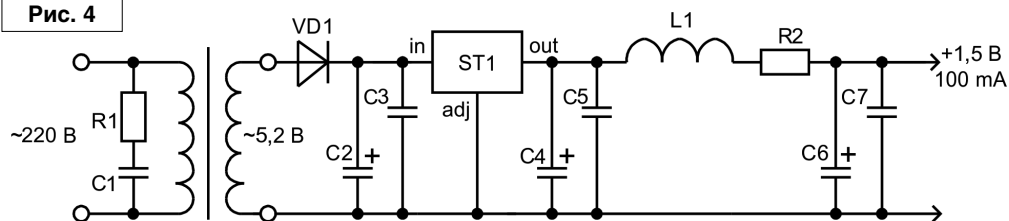
С учётом вышесказанного и было принято следующее схемотехническое построение ЭМОС по

**Рис. 3**



ST1, ST2 – LM317T C2, C3 – 9400 мкФ C4, C5, C10, C11 – 0,33 мкФ R2, R3 – 5,1 кОм  
 VDS1, VDS2 – W08M C6, C7 – 220 мкФ C8, C9 – 4700 мкФ R4, R5 – 220 Ом  
 Тр-р 1 – ТПП247-220-50 R1 – 100 Ом, 2 Вт C1 – 0,1 мкФ

**Рис. 4**



ST1 – LM1117 C3, C5, C7 – 0,33 мкФ C2 – 16800 мкФ C4 – 4700 мкФ C6 – 2200 мкФ C1 – 0,1 мкФ  
 L1 – 0,68 мГн R1 – 100 Ом, 2 Вт VD1 – HER305 R2 – 16,5 (два 33 Ом параллельно) Ом, 2 Вт

смещению (рис. 1), когда блок предварительного усиления и темброобработки 1, УМЗЧ (блок 2), акустическая система 3 и громкоговоритель 4 остаются прежними и вводится отражатель 6, датчик 7 съёма смещения подвижной части громкоговорителя и блок ЭМОС, состоящий, в свою очередь, из сумматора-вычитателя 8, блоков питания 9, усилителя сигнала смещения 10, дифференцирующих звеньев 11 и 12, ключей К1-К4.

Собран блок ЭМОС из отдельных плат, реализующих структурную схему на рис. 1 в виде макета (фото 1).

На отдельной плате (фото 2) собран блок питания  $\pm 15$  В (блок 9) для питания преобразователя ток-напряжение на датчике смещения, схема на рис. 3.

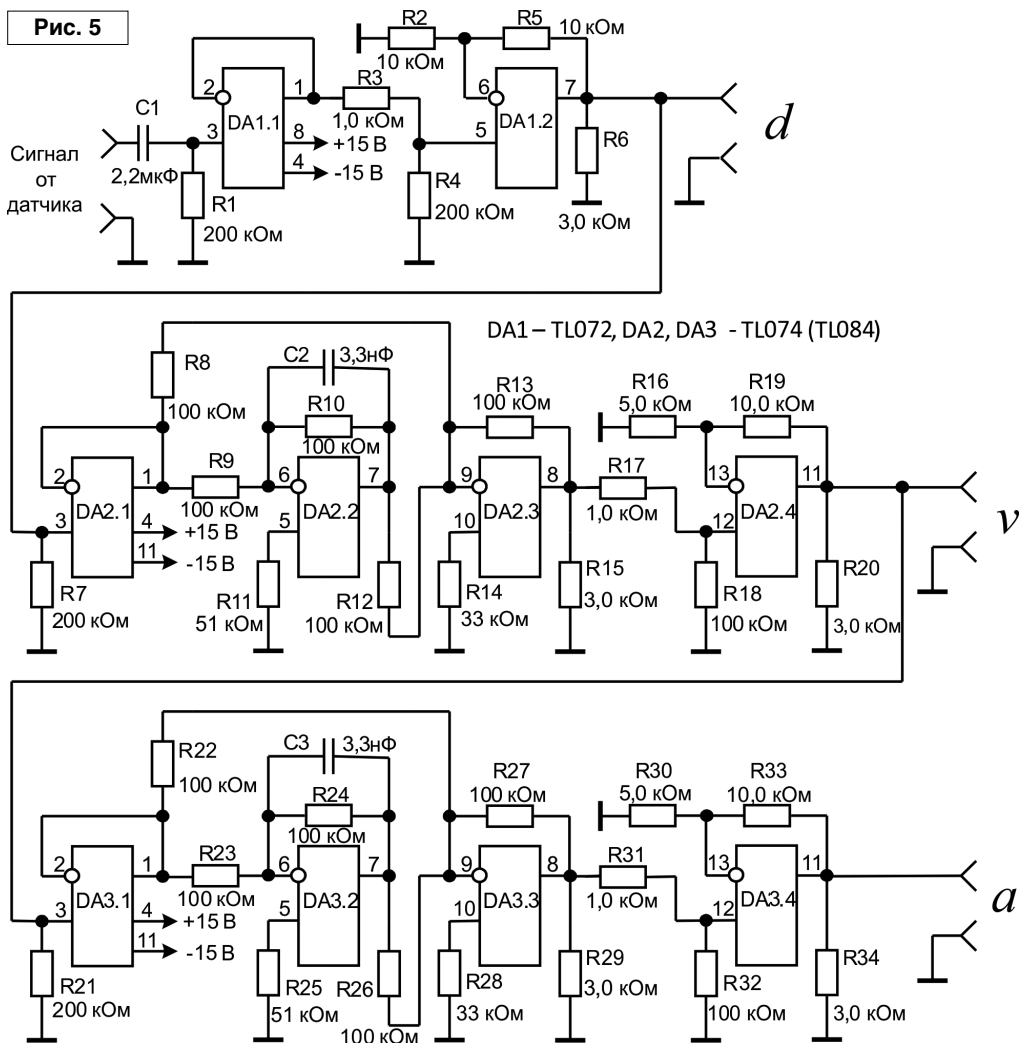
Питание для светодиода  $+1,5$  В,  $100$  мА (блок 9) представлено схемой на рис. 4, внешний вид – фото 3. Для уменьшения пульсаций в стандартную схему был введён дроссель L1, что обеспечило низкий уровень шумов по питанию, а для уменьшения наводок был введён диод Д220 на датчике съёма смещения 7.

Усилитель на х Р и дифференцирующие звенья (рис. 5) совмещены на плате вместе со стабилизатором на  $\pm 15$  В (рис. 6). Работа дифференцирующего звена описана в [3], внешний вид платы – фото 4.

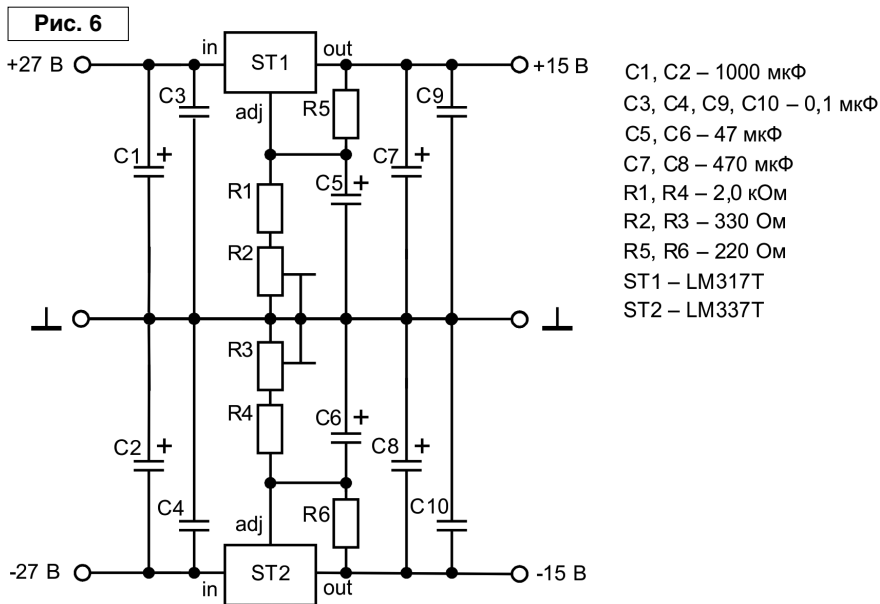
Сумматор-вычитатель, работа которого описана в [4], собран по схеме на рис. 7, внешний вид платы – фото 5.

Коммутация сигнала от блока предусилителя и темброобработки на блок ЭМОС и от него на УМЗЧ происходит с помощью разъёмов типа “тюльпан” (фото 6). Коммутация на датчик съёма смещения

**Рис. 5**



**Рис. 6**

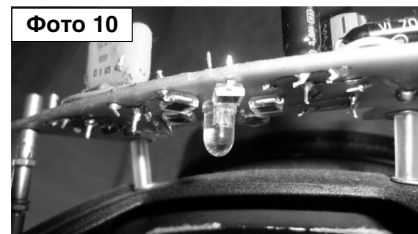
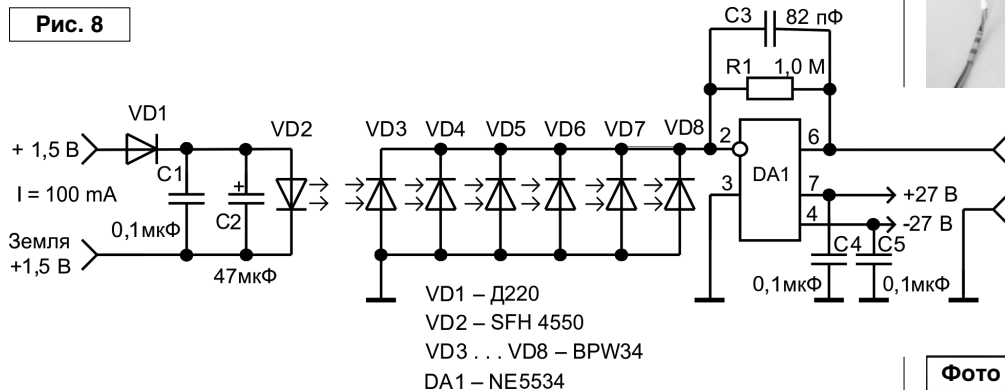
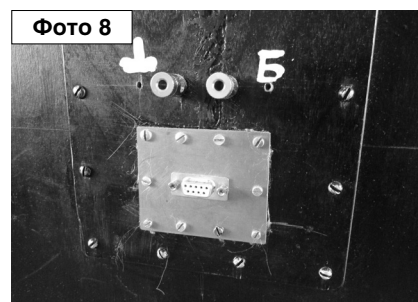
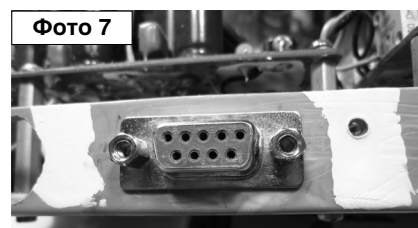
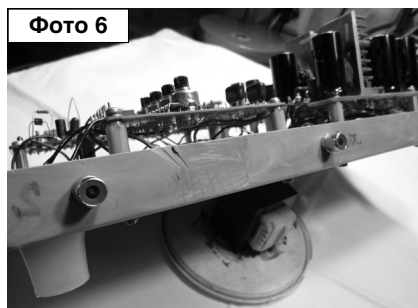
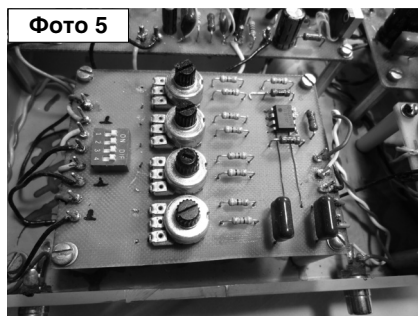
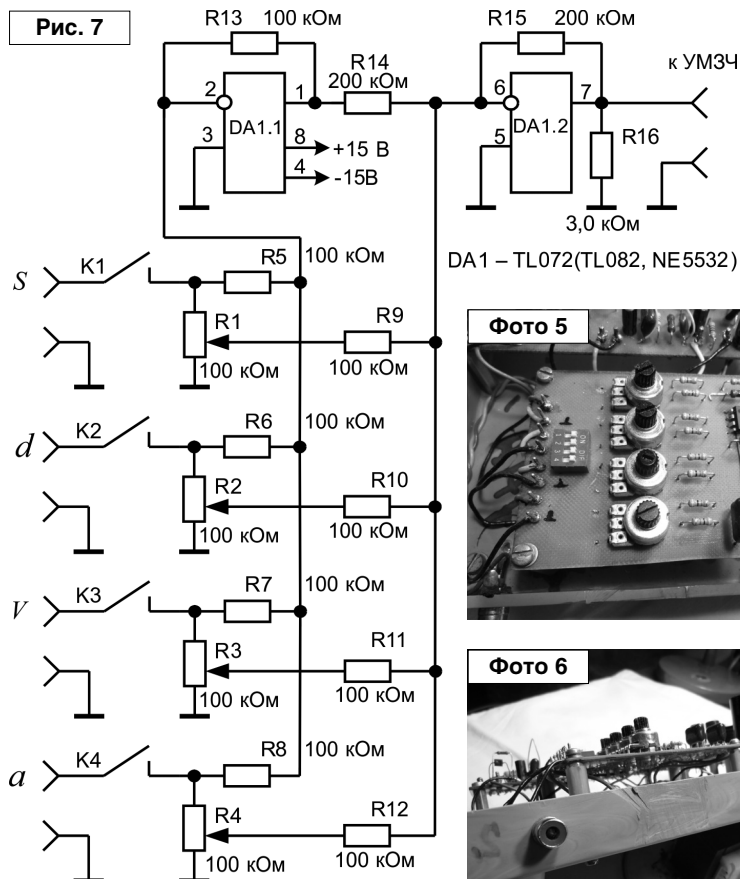


- C1, C2 – 1000 мкФ
- C3, C4, C9, C10 – 0,1 мкФ
- C5, C6 – 47 мкФ
- C7, C8 – 470 мкФ
- R1, R4 – 2,0 кОм
- R2, R3 – 330 Ом
- R5, R6 – 220 Ом
- ST1 – LM317T
- ST2 – LM337T

питающих напряжений и с него на блок ЭМОС сигнала смещения осуществляется с помощью разъёма РП15-9Ш (фото 7, фото 8).

Основным узлом является датчик съёма смещения подвижной части громкоговорителя от равновесного положения. Была подобрана





новая пара “светодиод-фотодиод” – светодиод SFH4550 и фотодиод BPW34. Схема датчика приведена на **рис. 8**, внешний вид – **фото 9**, **фото 10**. Если для датчика съема

смещения из [1] фотодиоды ФД-256-01 подбирались по параметрам в пределах  $\pm 20\%$  из-за большого разброса, то для фотодиодов BPW34 этого не требуются.

## Литература

1. А. Ракитский. Опыт реализации ЭМОС по смещению. - Радиолюбитель, 2008, №6, стр. 8-12; 2008, №7, стр. 8-11.
2. Справочник. Бытовая электроакустическая аппаратура. - М.: “КУБК-а”, 1996 г., стр. 26-31.
3. А.Г. Алексеенко, Е.А. Коломбет, Г.И. Стародуб. Применение прецизионных аналоговых ИС. - М.: “Радио и связь”, 1981 г., стр. 82-84.
4. Лихачёв В. Практические схемы на операционных усилителях. – М.: “Радио и связь”, 1982 г., стр. 32-34.



Окончание в №8/2018

**Игорь Горский**  
г. Новошахтинск Ростовской обл.  
<http://avtoelectro.radioliga.com/>

## Термостат на термопаре и модуле MAX6675

Схема электрическая принципиальная устройства приведена на **рис. 1**.

Прибор измеряет температуру с помощью термопары в диапазоне от 0 до 1000 градусов (реальные термопары имеют более низкие ограничения, около 600 градусов) и выполняет функции термостата. С помощью кнопок можно задать нужную температуру стабилизации (отключения нагревателя) и гистерезис. Также осуществляется контроль обрыва термопары. Индикация реализована на ЖК индикаторе 1602.

В качестве датчика используется термопара и готовый модуль MAX6675 (**фото 1**), преобразующий сигнал термопары в цифровой код. Так же модуль имеет встроенную, так называемую, компенсацию холодного спая.

После включения питания на дисплее появляется заставка и, через секунду, – основной экран работы. В основном режиме сразу отображается текущая температура, установленная температура, значение гистерезиса и слово ОЖИДАНИЕ, если реле выключено, и слово НАГРЕВ!, если включено. Нажатием любой из кнопок включается режим настройки. На дисплее появляется надпись НАСТРОЙКА и мигает температура. Кнопками можно менять температуру. При удержании кнопки цифры сначала изменяются медленно, потом быстро и потом совсем быстро. Если не прикасаться к кнопкам несколько секунд, начинает мигать гистерезис и теперь, аналогично температуре, можно менять значение гистерезиса. Далее нужно так же подождать несколько секунд. На дисплее появится надпись – **НОВЫЕ ДАННЫЕ СОХРАНЕНЫ**.

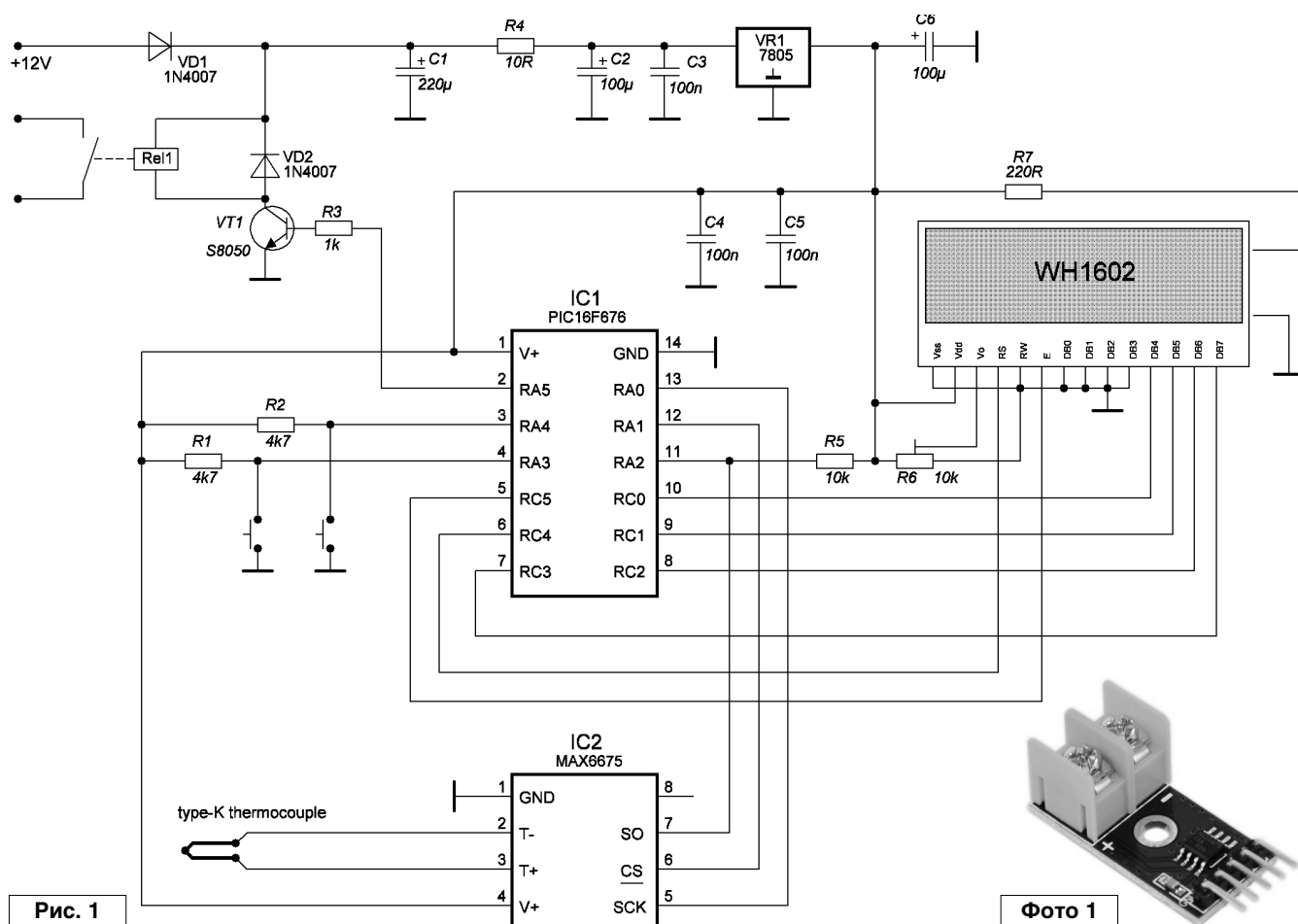
Новые установки будут приняты и сохранены в энергонезависимой памяти EEPROM. В случае обрыва термопары на дисплее будет надпись ОШИБКА ТЕРМОПАРЫ, так же ошибка будет и при отключении модуля MAX6675. Иллюстрации работы дисплея см. на **фото 2-6**.

### ВНИМАНИЕ!

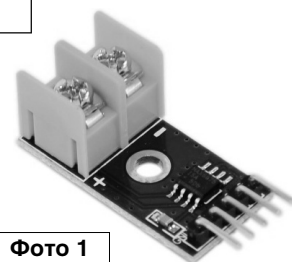
При прошивке микроконтроллера не забудьте сохранить заводскую калибровочную константу в последней ячейке flash-памяти.

HEX файл прошивки микроконтроллера (файл [ts\\_couple.zip](#)) вы можете загрузить с сайта нашего журнала:

<http://www.radioliga.com>  
(раздел "Программы")  
а также с сайта автора [1]:  
<http://avtoelectro.radioliga.com/>



**Рис. 1**



**Фото 1**



Фото 2



Фото 4



Фото 6



Фото 3



Фото 5

### Ссылки

1. Авторские электронные устройства - <http://avtoelectro.radioliga.com/>



**АВТОРСКИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА**  
**M.A.M.E.D Electronics: <http://avtoelectro.radioliga.com/>**

**Михаил Шустов**  
 г. Томск  
 E-mail: [mas@go.ru](mailto:mas@go.ru)

Приведена схема преобразователя угла поворота движка потенциометра в выходной логический сигнал на одном из нескольких выходов устройства, что позволило создать электронный аналог многопозиционного механического переключателя.

## Преобразователь “Потенциометр – многопозиционный переключатель”

Механические переключатели способны коммутировать практически без потерь относительно высокие токи. Недостатком таких переключателей является то, их контактные группы невозможно разнести на значительные расстояния, а также то, что для переключения контактов требуется приложить определенные усилия.

Схема электронного аналога 5-позиционного механического переключателя приведена на рис. 1. При вращении движка линейного потенциометра R1 происходит очередное переключение логического уровня на выходах 1–5 со значения “Лог. 1” до значения “Лог. 0” без перекрытия диапазонов. Светодиоды HL1, HL2 одновременно служат индикаторами включения устройства и источниками постоянного

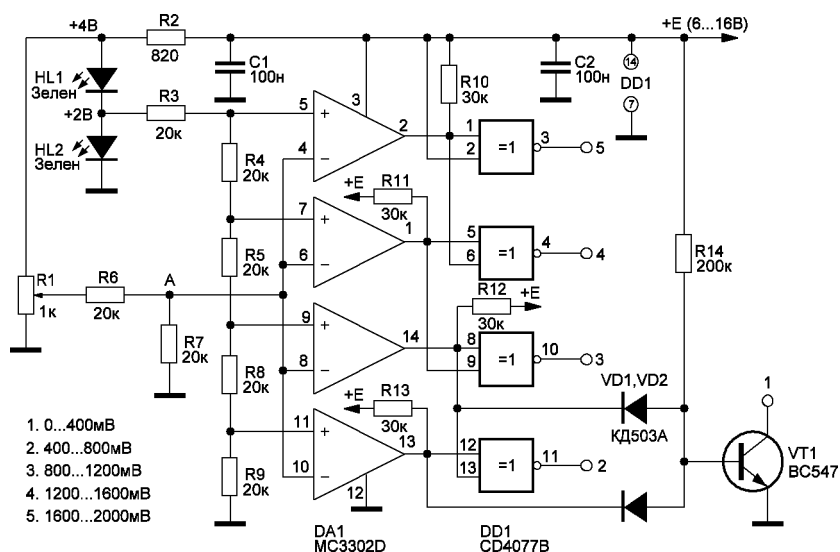


Рис. 1. Преобразователь “Потенциометр – 5-позиционный переключатель”

квазистабильного напряжения. Для светодиодов зеленого

свечения выходные напряжения приблизительно равны 2 и 4 В.

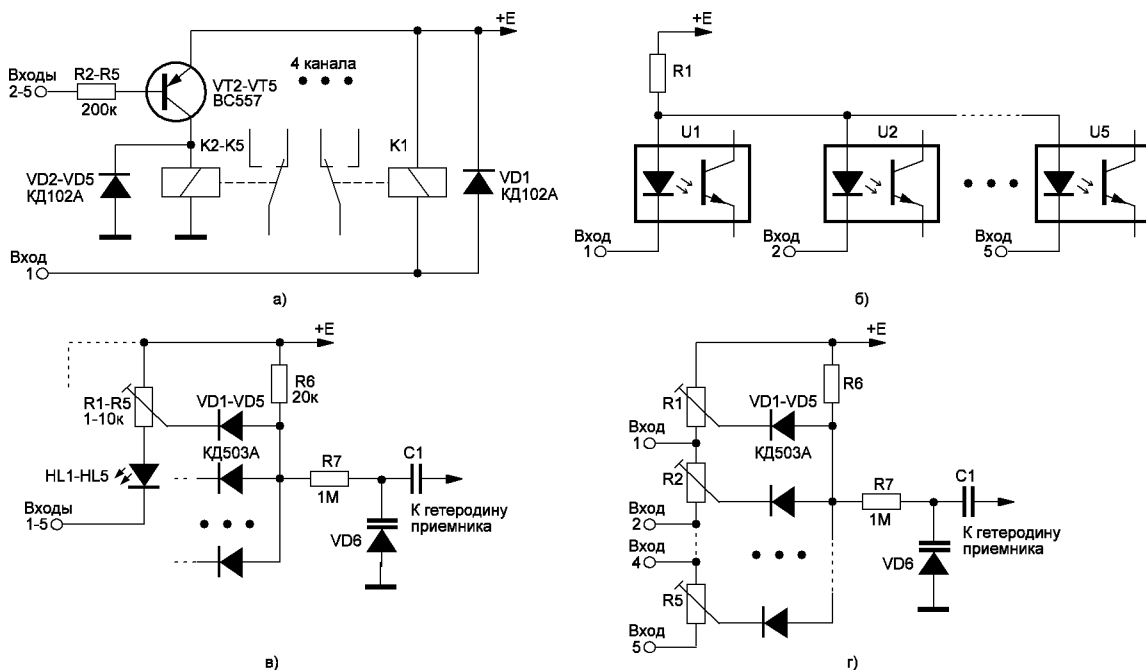


Рис. 2. Варианты выполнения выходных каскадов преобразователя

Напряжение 2 В подается на вход поликомпаратора, выполненного на микросхеме MC3302 (4 компаратора в одном корпусе). Аналогов у этой микросхемы достаточно много, это LM139, LM239, LM339, LM2901, NCV2901, MC3302, UA3302P, SG3302, RC3302, AN6918, KP1401CA1, 1101CA2 и т.д. Входные делители напряжения каналов сравнения компараторов выполнены на резисторах равного номинала R3–R5, R8, R9; R6, R7.

Напряжение на вход А подается с движка потенциометра R1 и изменяется в пределах от 0 до 4 В. Соответственно, напряжение на входе А (инвертирующих входах компараторов) может изменяться в пределах от 0 до 2 В. Напряжения сравнения на неинвертирующих входах, задаваемые резистивным делителем R3–R5, R8, R9, устанавливаются автоматически с шагом в 400 мВ ( $2 \text{ В}/5 = 0,4 \text{ В}$ ). При превышении напряжения в точке А уровней 400, 800, 1200, 1600 мВ происходит поочередное переключение логических уровней на выходах компараторов DA1–DA4. Для обеспечения условия единственности выбора каналов переключения использованы 4 элемента “Исключающее ИЛИ-НЕ” микросхемы DD1 CD4077B (HCF4077).

Для того, чтобы можно было воздействовать диапазон уровней 0...400 мВ, использована схема совпадений, выполненная на диодах VD1, VD2 и резисторе R1, к выходу которой подключен выходной каскад на транзисторе VT1. Устройство работоспособно в диапазоне питающих напряжений 6...16 В, причем светодиодный делитель “стабилизатор” напряжения вне зависимости от напряжения питания или его изменения автоматически обеспечивает соотношение напряжений, подаваемых на плечи цепей сравнения: переключение каналов всегда происходит в точках 20; 40; 60; 80% положения движка потенциометра R1.

Выходной каскад преобразователя может быть выполнен по одной из схем, приведенных на рис. 2. На рис. 2а показана схема выходного каскада с использованием реле, что позволит гальванически развязать коммутатор от нагрузки. Вариант обеспечения гальванической развязки с использованием оптронов приведен на рис. 2б.

Перспективно использование преобразователя для быстрого выбора канала приема. Если ранее требовалось переключать канал механическим переключателем, то сейчас эта задача решается простым

вращением движка потенциометра, рис. 2в и рис. 2г, что очень напоминает традиционную настройку на длину волны радиостанции. Подстроечные резисторы R1–R5 позволяют предварительно настроить радиоприемник на необходимые пользователю каналы приема. Светодиоды HL1–HL5 предназначены для индикации канала приема, но могут и отсутствовать.

Для управления переключателем каналов от внешнего источника напряжением 0...2 В можно подать управляющий сигнал на точку А, отключив при этом резистор R6, рис. 1. При необходимости число каналов коммутации может быть увеличено до 9-и, 13-и и т.д. за счет наращивания количества микросхем.



# Исследование в LTspice вторичного полумостового источника электропитания, обеспечивающего стабильное постоянное выходное напряжение 12 В

**Евгений Москатов**  
Ростовская обл., г. Таганрог  
[https://vk.com/moskatov\\_e](https://vk.com/moskatov_e)

## Поиск возможных неисправностей

Автором был составлен алгоритм поиска неисправностей в ходе ремонта, представленный на рис. 22.

**Окончание.**  
**Начало в №№4-6/2018**

Алгоритм поиска неисправностей

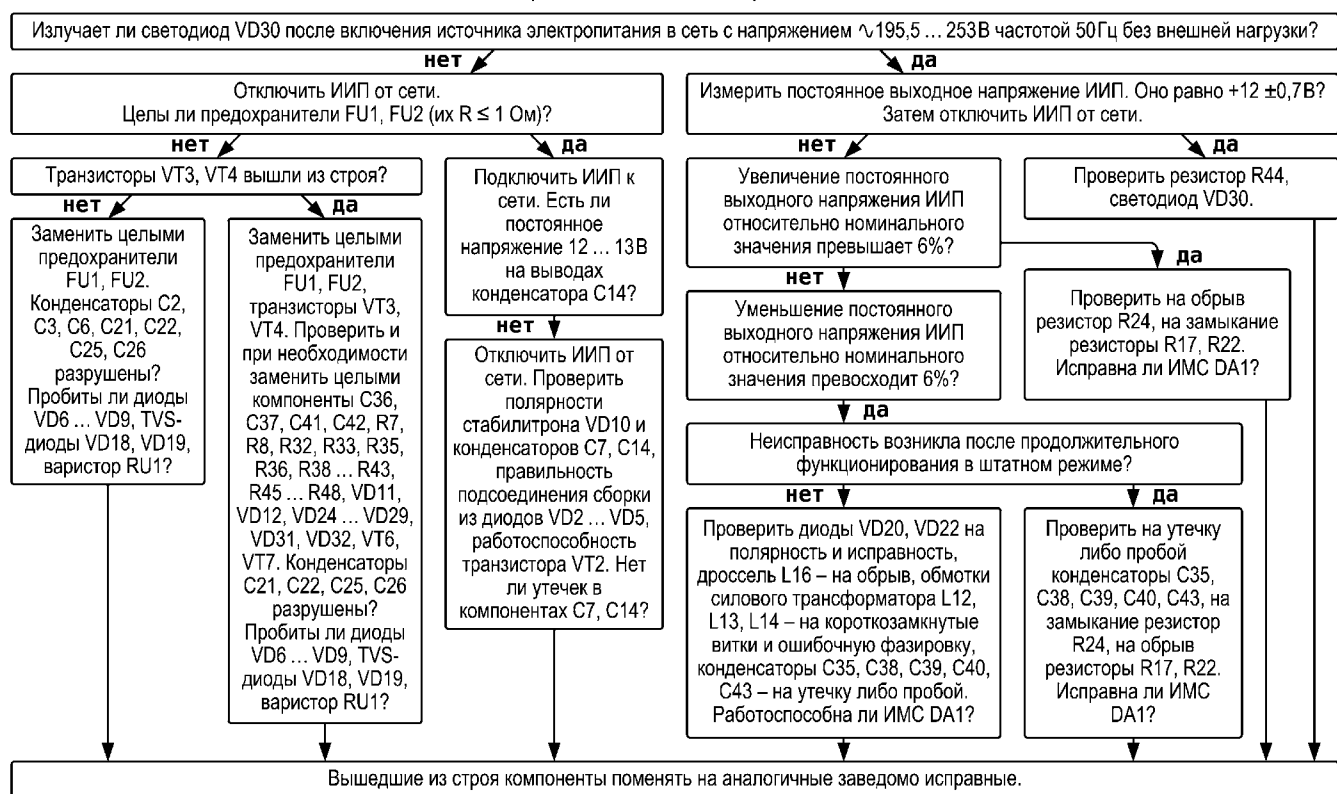


Рис. 22

Для контроля правильности функционирования ИИП, полезно исследовать сигналы в характерных точках.

Чем ниже сетевое напряжение и меньше сопротивление внешней нагрузки RLoad, тем больше коэффициент заполнения импульсов, вырабатываемых задающим генератором. Двуполярные импульсы напряжения с паузой на нулевом

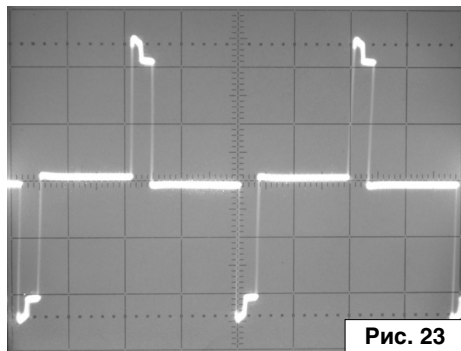


Рис. 23

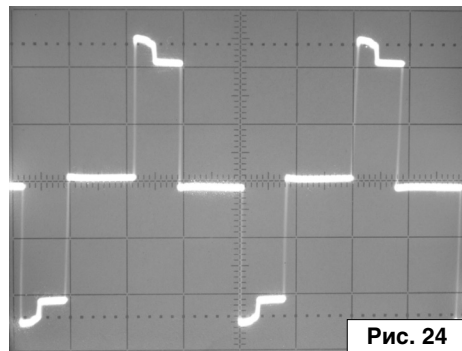


Рис. 24

уровне между выводами первичной обмотки L18 трансформатора гальванической развязки при отключённых драйверах затворов изображены на осциллограммах рис. 23 (минимальный коэффициент заполнения), рис. 24

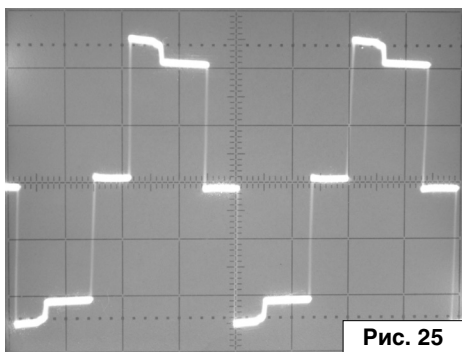


Рис. 25

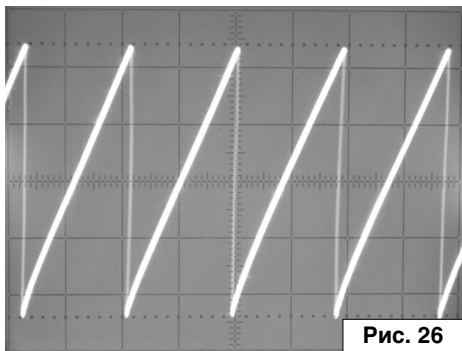


Рис. 26

(средний коэффициент заполнения) и рис. 25 (максимальный коэффициент заполнения). Наличие подъёма высоты полки над остальной вершиной обусловлено прохождением тока по обмотке L18 против ЭДС источника питания. Последующий спад полки до уровня вершины связан со сменой направления тока в обмотке L18.

Импульсы пилообразного напряжения между выводами конденсаторов C15, C19 показаны на осциллограмме рис. 26 (размах равен 1,625 В). Если данные импульсы отсутствуют, то следует поменять ИМС DA1 заведомо исправной, проверить цепи электропитания и “обвязки” задающего генератора.

### Модификация ИИП для получения выходного напряжения 36 В

Если необходимо, чтобы ИИП обеспечивал стабильное постоянное выходное напряжение 36 В при рассеиваемой в нагрузке мощности до 150 Вт, то для этого необходимо внести изменения только в два компонента. А именно: использовать постоянный резистор R24 сопротивлением 73,2 кОм мощностью 0,25 Вт и новый силовой импульсный трансформатор с магнитопроводом ETD34. Обмотка L12 оставлена прежней – 46 витков литцендрата ЛЭП 24x0,100, индуктивность –

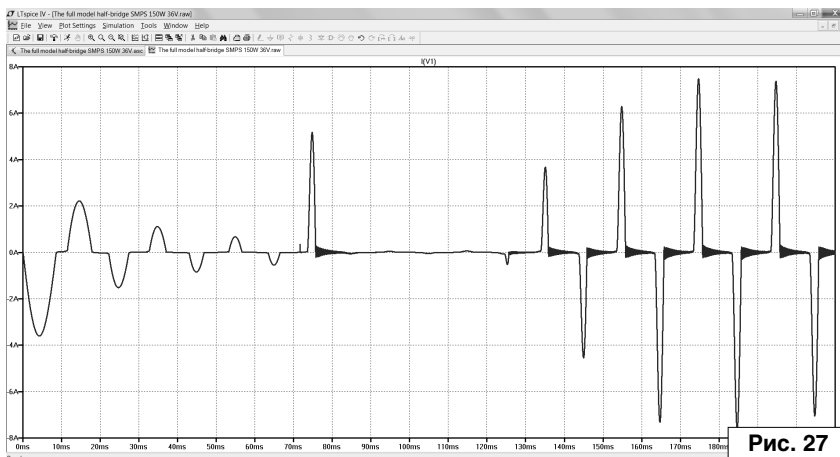


Рис. 27

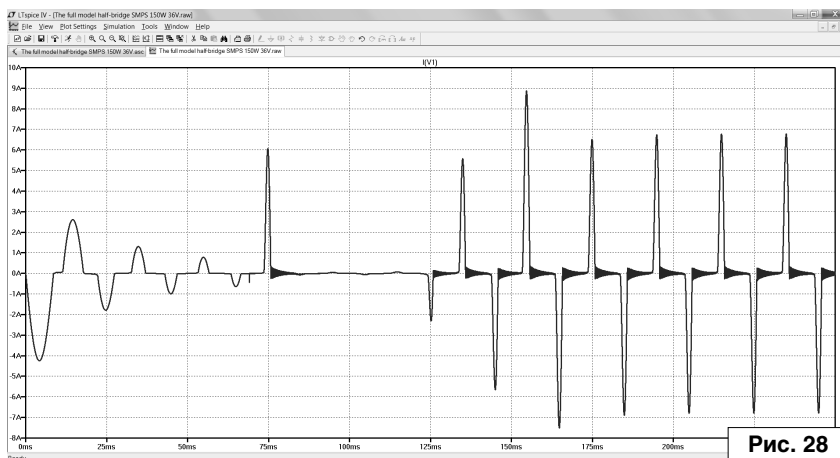


Рис. 28

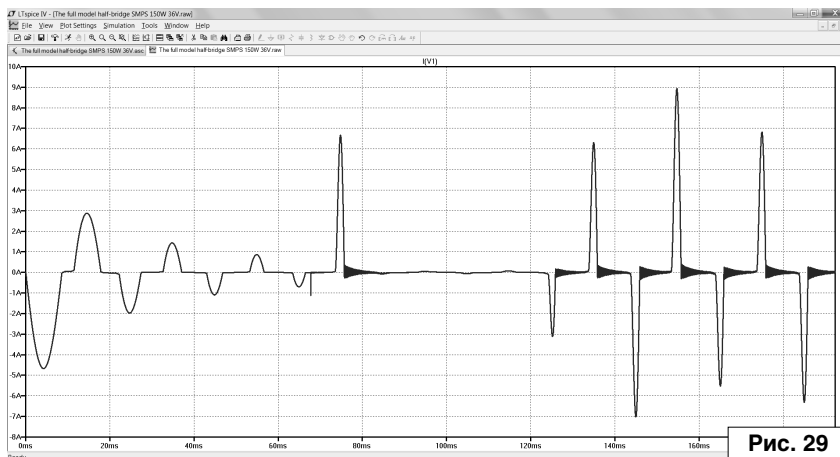


Рис. 29

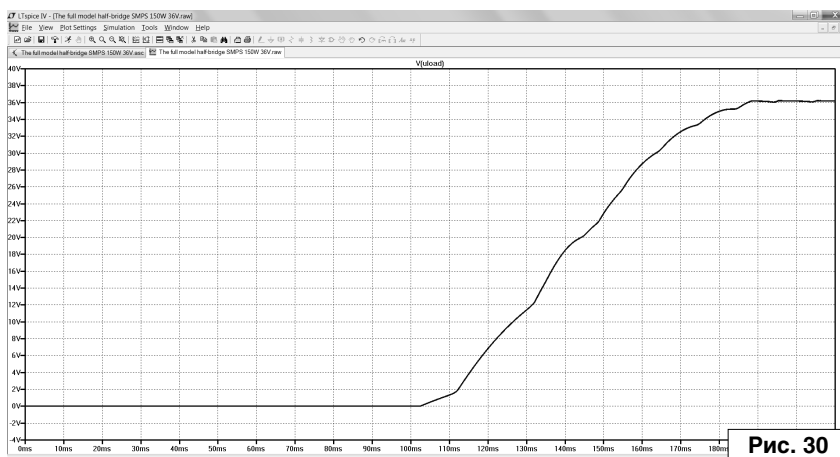


Рис. 30

4,46 мГн. Обмотки L13 и L14 изменены и станут по 32 витка каждая из трёх одновременно намотанных литцендратов ЛЭП 21х0,100 в параллель. Индуктивности обмоток L13 и L14 будут по 2,72 мГн. Провода следует укладывать виток к витку, плотно. Окно магнитопровода станет почти полностью заполнено.

После модификации эпюра импульсов потребляемого от сети тока через V1 при сопротивлении внешней нагрузки аппарата 8,64 Ом и синусоидальном сетевом напряжении ~195,5 В приведена на **рис. 27**, при аналогичных условиях, но сетевом напряжении ~230 В – на **рис. 28**, при ~253 В – на **рис. 29** соответственно. График переходного процесса установления выходного напряжения устройства при сопротивлении внешней нагрузки 8,64 Ом и включении ИИП в сеть с синусоидальным напряжением ~195,5 В показан на **рис. 30**, с напряжением ~230 В – на **рис. 31**, с напряжением ~253 В – на **рис. 32** соответственно.

Ресурсы проекта (файл [The full model half-bridge SMPS 150W 12V.zip](#)) вы можете загрузить с сайта нашего журнала: <http://www.radioliga.com> (раздел “Программы”)

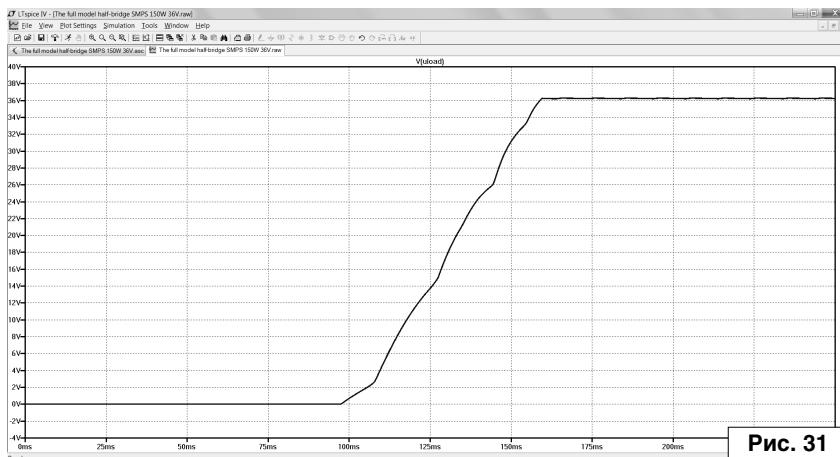


Рис. 31

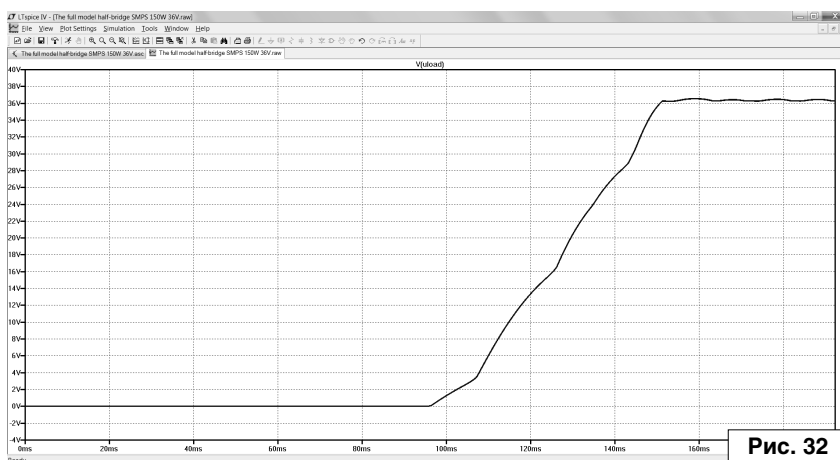


Рис. 32



**Авторская страница Евгения Москатова**  
**«Радиотехника и электроника»: <http://www.moskatov.narod.ru/>**

**Виктор Беседин (UA9LAQ)**

г. Тюмень

E-mail: [ua9laq@mail.ru](mailto:ua9laq@mail.ru)

## Есть идея...

Солнечные батареи промышленной энергетики занимают большие площади и производят постоянное напряжение, неудобное на практике: его нужно преобразовывать в переменное, чтобы можно было передавать на расстояния, подать в обычную для нас сеть. Ветро-генераторы производят переменное напряжение, но эффективны там, где есть ветер (у морей и океанов, на вершинах гор, в ущельях)... С каждым годом всё ожесточённее разгорается борьба за каждый клочок суши, если пока что удаётся для тепловых и гидроэлектростанций

выделять участки, да первые ещё и требуют солидного запаса топлива, а вторые – изменяют лицо планеты, приводят к затопливанию участков суши, порой под воду, при этом, уходят и поселения, а третьи – атомные – небезопасны и со временем накапливают радиацию, которая отдаётся во вне... Уже давно, при застройке, для экономии земной поверхности и обеспечения более тесного контакта между людьми, коммуникациями стал применяться многоэтажный стиль, позволяющий на тех же квадратных метрах земной поверхности

разместить n-ое количество людей в жилых комплексах и клонировать помещения в нежилых; а что, если подобное архитектурное “вертикальное” решение применить и в энергетике?... Тем более, что такие сооружения уже есть...

Обо всём по порядку. Уже давно, глядя на трубы ТЭЦ, сокрушался: мол, простаивают без дела всё лето, да простят меня коллеги, но не об установке репитеров на них здесь идёт речь... Мы выросли из деревенской действительности, где отопление осуществляется печами, у которых есть дымоходы,

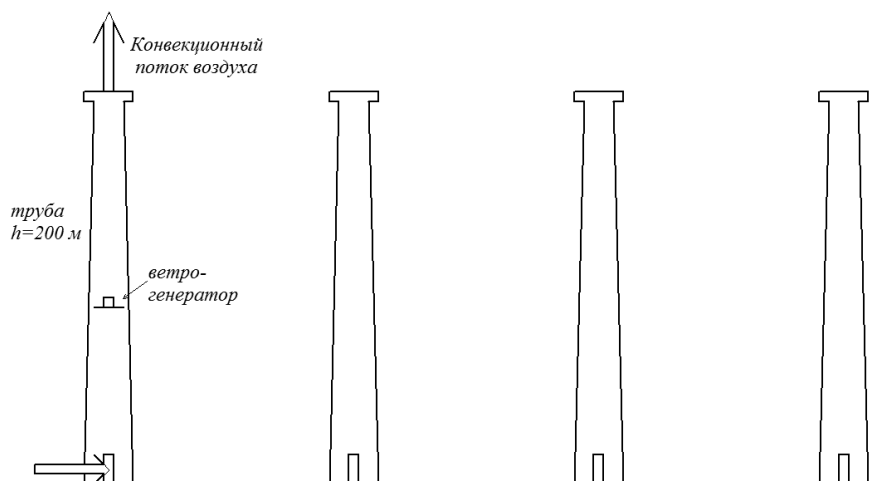


Рис. 1. Установка из четырёх групп конвекционных ветро-генераторов

трубы, открыв вьюшку, замечаем, что воздух, как будто влекомый вентилятором, начинает поступать внутрь топки печи, есть так называемая “тяга”. Причём, чем выше труба и более благоприятные условия, тем больше тяга. Как-то на заброшенном заводе встал в проём от разрушенной печи, соседствующий с высотной кирпичной трубой – тяга впечатлила! Так почему бы не установить внутри труб те же ветро-генераторы и получать экологичную энергию; понимаю, что у труб ТЭЦ – своя “жизнь”, внутри летом производятся профилактические работы, там установлены фильтры и другая сопутствующая “фурнитура”, но идея не оставляет в покое и требует экспериментального воплощения... Установив трубы, мы занимаем даже меньше места, чем требуется для обычных ветрогенераторов (трубы можно устанавливать и ближе одна к другой), внутри труб на кронштейнах устанавливаем защищённые от осадков генераторы с колесами – крыльчатками на оси, рассчитанными под внутренний диаметр трубы. Внизу труб имеются окна (“поддувала”), через которые внутрь труб поступает воздух извне. Вообще-то, в равновесном состоянии атмосферы, температура воздуха понижается на 0,55 градуса Цельсия, в расчёте на каждые 100 метров расстояния от поверхности земли, уже, за счёт этого, можно заставить лопасти ветро-генератора вращаться, а

в жарких местах, например, в пустыне, такие генераторы будут весьма эффективными. Забегая вперёд, следует заметить, что для повышения эффективности использования пространства, высокие опоры, коими являются трубы, будут и опорами для вертикальных солнечных батарей, на натянутых между трубами тросах можно размещать этажи дополнительных ветрогенераторов, на высоте всегда существуют воздушные потоки, относительно поверхности Земли, где может быть абсолютный штиль, на высотах оголовков труб можно установить “шишки” из собирателей статической энергии и/или... правильно! – антенны ретрансляторов, которые можно будет и питать от комбинации генераторов электрической энергии: от Солнца, ветра и конвекционных потоков в трубах. Для интереса: присмотритесь, как ведёт себя крыльчатка вентилятора в квартирной вентиляционной решётке, когда от вентилятора отключено питание... Не пора ли эту крыльчатку поставить на ось генератора, заряжающего батареи, чтобы иметь энергию, хотя бы на аварийное освещение, при исчезновении напряжения в сети... В этом же аспекте можно использовать и форточные вентиляторы – при сквозняках... Не только в пустынях, где дело доходит до миражей, и в умеренных широтах летом видно (если посмотреть на горизонт) как колыхаются восходящие потоки воздуха,

а это – энергия бесплатная, экологически чистая, могучая Природа снова подставляет своё плечо помощи человечеству, нужно просто научиться этим пользоваться, а не загрязнять Природу, сжигая торф, уголь, нефть и нефтепродукты, газ... В условиях всё возрастающей потребности в электроэнергии безусловно любое её дополнительное вливание в существующие электросети или предназначенное для автономного использования будет восприниматься положительно. Конвекционные генераторы электроэнергии занимают в проекции на земную поверхность мало места, экологичны, используют разницу температур окружающего воздуха у поверхности Земли и на высоте, эффективность таких генераторов возрастает с увеличением размеров труб (высота, внутренний диаметр). Для повышения эффективности конвекционных генераторов, грунт у подножия труб не должен содержать растительности (идеально для пустынь), – песок у подножия труб разогревается днём до такой температуры, что невозможно ступить босой ногой, от нагретого грунта нагревается воздух, который затягивается в трубы тягой и заставляет вращаться крыльчатка генераторов, установленных в трубах, в другое время суток тяга будет послабее, но всё равно, будет... В трубы, при достаточном конвекционном потоке, можно установить и каскад последовательных генераторов. Вентиляционные трубы со встроенными ветро-генераторами могут оказаться подспорьем и помощником для питания “умного дома”.

Электростанции на конвекционных потоках могут питать целые микрорайоны, все вопросы стабильности подачи электроэнергии и расчёты мощности (количество генераторов) можно осуществить инженерными способами, вплоть, в крайнем случае, до стимуляции тяги с помощью горелок или просто костров, правда, здесь уже генератор не будет полностью экологически чистым.





**Михаил Шустов**  
г. Томск  
E-mail: mas@go.ru

Описаны несложные активные низкочастотные перестраиваемые фильтры, обладающие свойством обратимости.

## Активный перестраиваемый реверсивный фильтр

Классические активные резонансные фильтры, как правило, предназначены для работы на фиксированной частоте; в ряде случаев возможна перестройка этой частоты в небольших пределах. Такие фильтры за редким исключением не обладают свойством реверсивности, т.е. их невозможно включить в электрическую цепь подобно, например, параллельным колебательным контурам.

В различных направлениях различаются. Выбор другого частотного диапазона работы фильтров возможен путем замены его RC-элементов.

Активные перестраиваемые фильтры, обладающие свойством обратимости, могут быть использованы в технике передачи и приема информации, измерительной технике.

На рис. 1 приведена схема активного перестраиваемого полностью обратимого фильтра с управлением по цепям нагрузки, а также зависимость его резонансной частоты от величины сопротивления сдвоенного потенциометра R7. При использовании приведенных на схеме номиналах фильтр может быть перестроен в диапазоне частот от 840 до 2500 Гц при коэффициенте передачи в максимуме резонансной кривой порядка  $35 \pm 3$  дБ. Вид амплитудно-частотной характеристики фильтра на частоте 840 Гц (при  $R7 = 100$  кОм) показан на рис. 2.

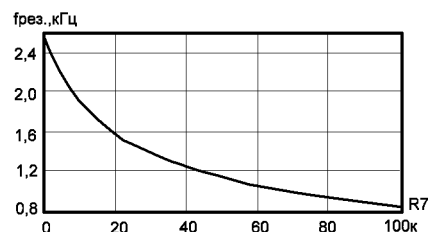
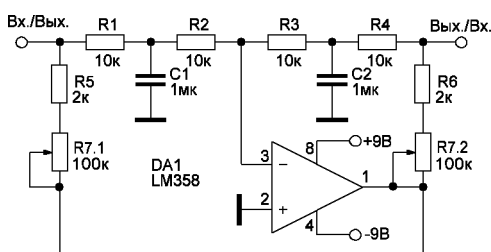


Рис. 1

Фильтр полностью обратим и позволяет заменить параллельный низкочастотный колебательный контур, отличаясь от последнего малыми габаритами. Его недостатком является то, что входное сопротивление следующего каскада должно быть не менее 1 МОм, иначе эквивалентная добротность "колебательного контура" снизится.

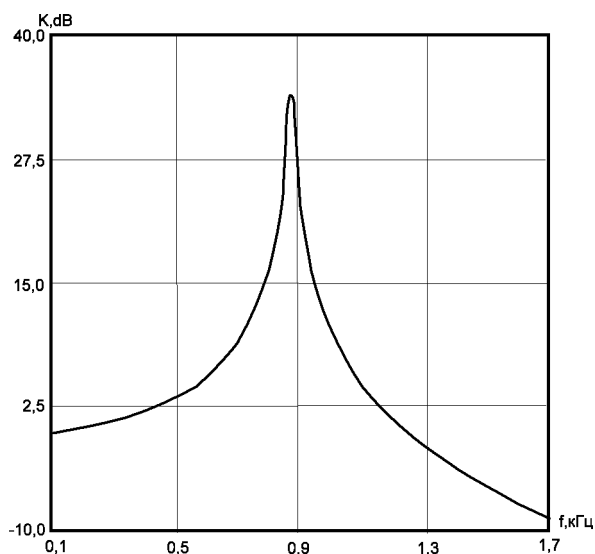


Рис. 2

На рис. 3 показана схема активного перестраиваемого фильтра иного построения: с управлением по входным цепям, а также зависимость его резонансной частоты от величины сопротивления сдвоенного потенциометра R1. Фильтр можно перестраивать в диапазоне частот 1,4...2,0 кГц при коэффициенте передачи в максимуме резонансной кривой  $37 \pm 3$  дБ.

Следует обратить внимание на то, как подключен сдвоенный потенциометр, см. рис. 3: начала отсчета вращения его движков отмечены точками. Этот фильтр полностью обратим лишь в среднем положении движка потенциометра; при ином его положении резонансные частоты в прямом и обратном

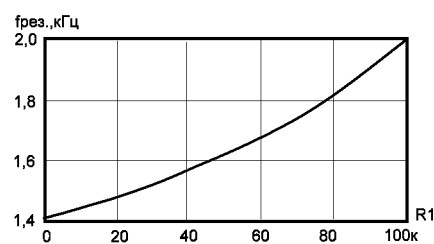
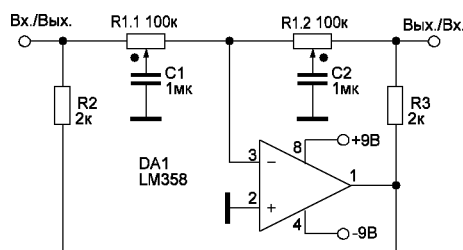


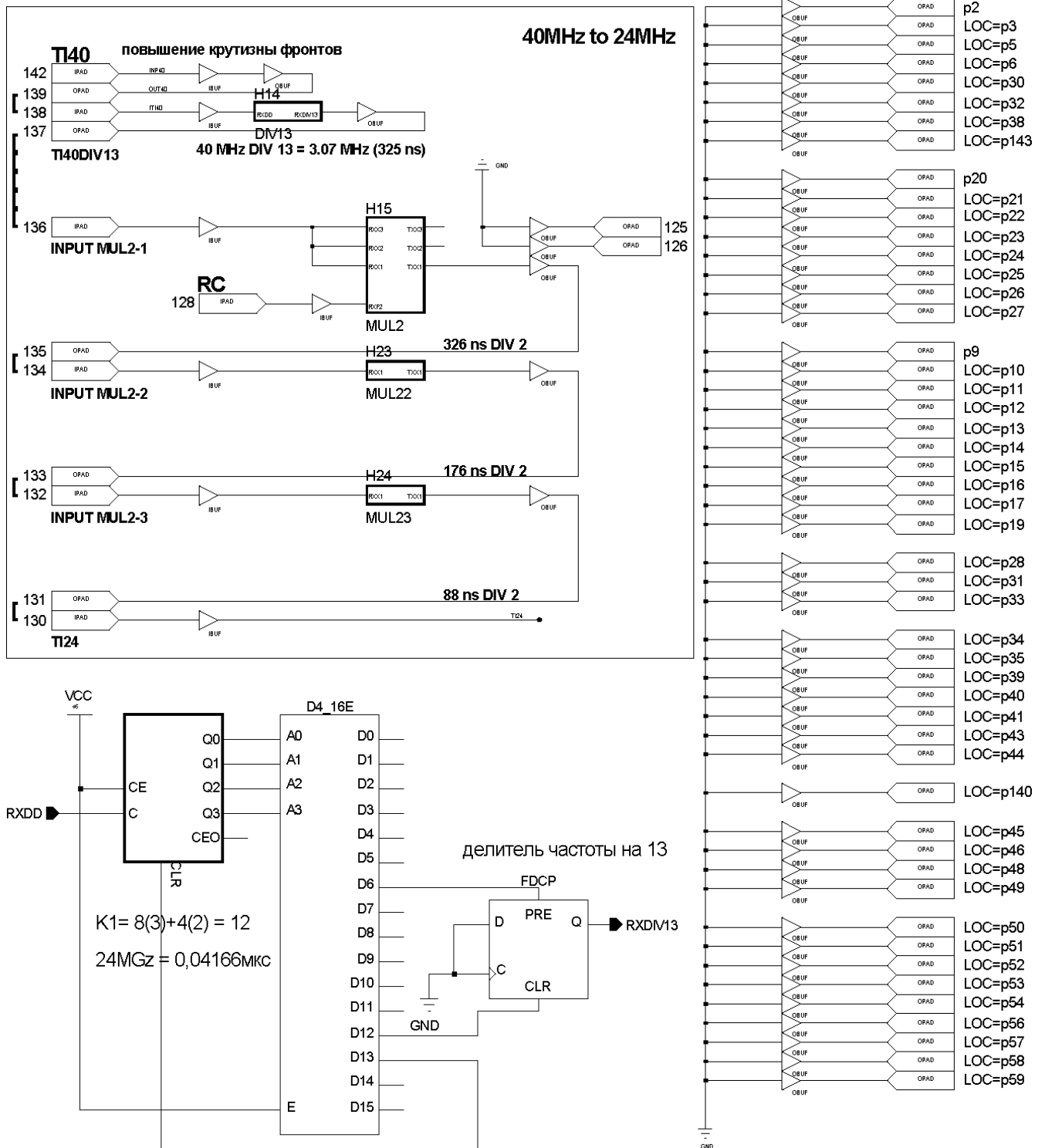
Рис. 3

# Методический пример преобразования 40 МГц в 24 МГц на ПЛИС

Сергей Бадло  
г. Запорожье  
<http://raxp.radioliga.com>

Среда компиляции: л. пакет Xilinx Foundation Series 3.1i

Системные требования: распиновка на схеме под CPLD XC95288TQ144-10

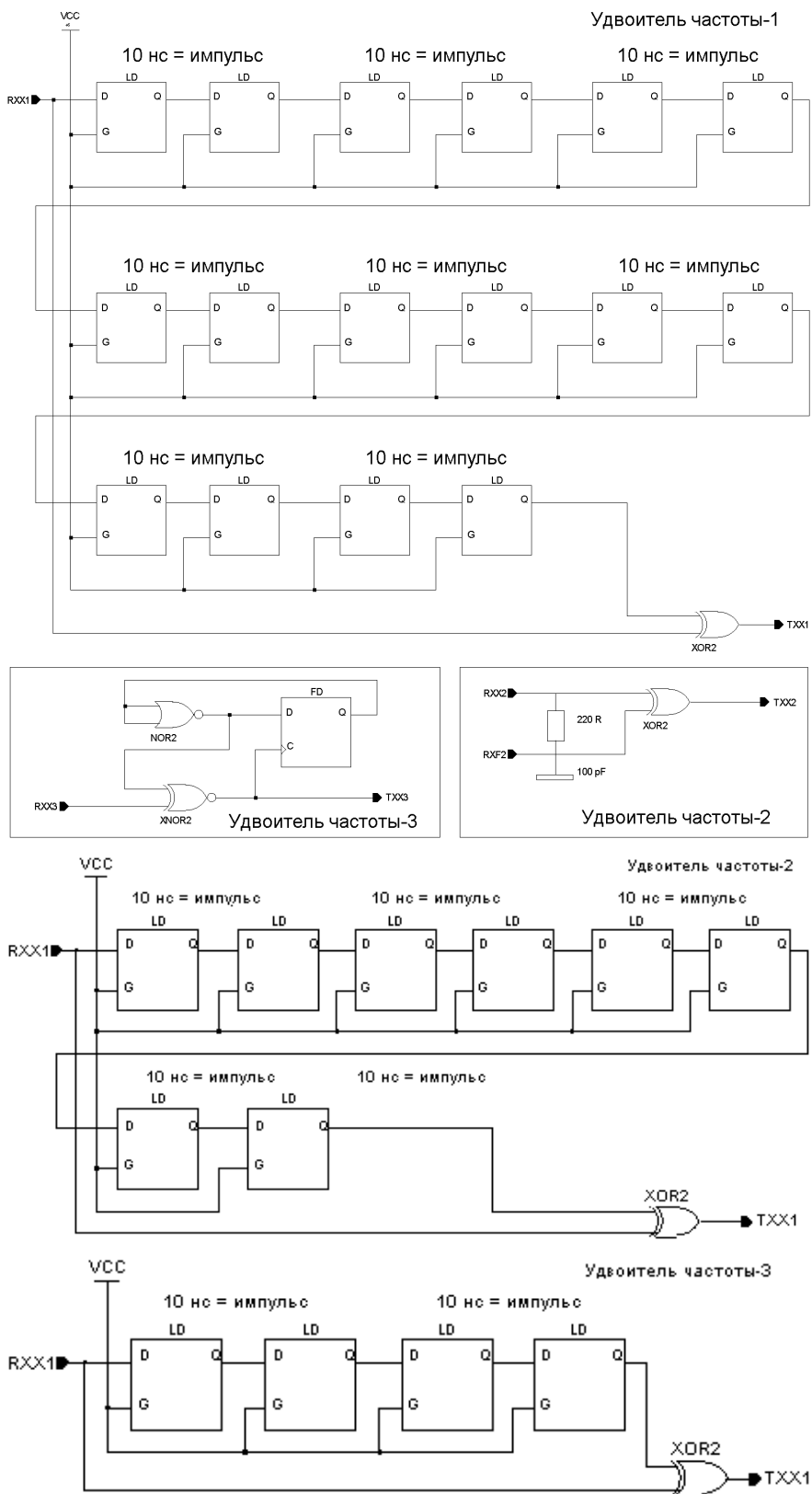
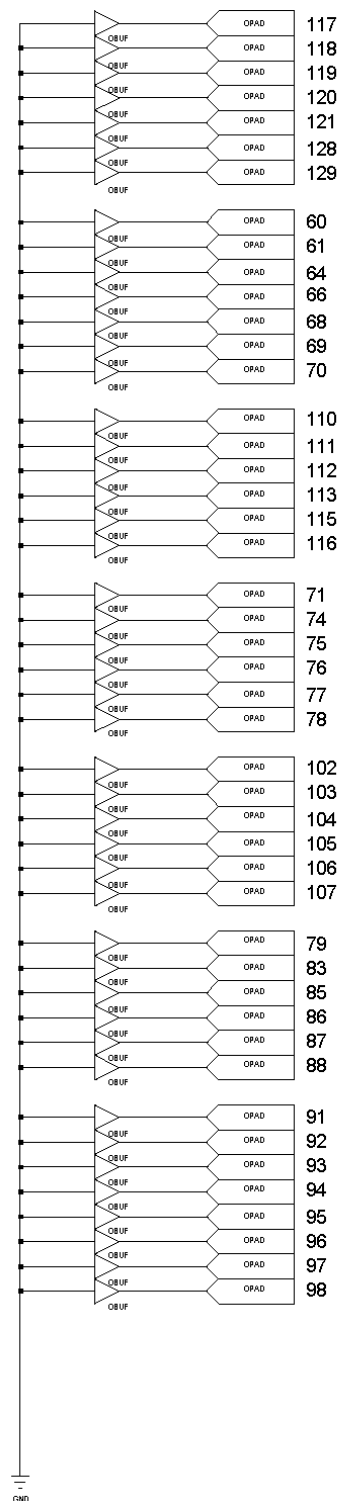


# ИЗМЕРЕНИЯ

Проект "40MHz-to-24MHz" является демонстрацией схемотехнического получения тактовой частоты 24 МГц из 40 МГц (есть и на VHDL). Следует оговорить, что если ваша ПЛИС поддерживает PLL, то так делать не следует из-за зависимостей временных задержек элементов от окружающей температуры и напряжения источника питания, используйте

сразу PLL или ищите иные способы, к примеру, раскошелитесь на другой КХО-внешний кварцевый генератор, благо их сейчас море. Проект не получает точное значение 24 МГц, а использует приближение в виде деления исходной частоты на 13 и последующего трехкратного умножения на 2 (удвоения). Если вас интересует точное получение частот, то рекомендую ознакомиться с материалом "DDS генератор сигналов на ПЛИС":

<http://www.chipovod.ru/plis/dds-generator-na-plis>.



Вернемся к нашим баранам: некий проект утерян, с нуля создавать долго или не представляется возможным. Задача – требуется привязаться к исходно большей частоте и выдавать данные синхронно на меньшей. Структурно мы уже обрисовали четыре макроблока:

- делитель на 13
- удвоитель частоты 40 DIV 13
- удвоитель частоты 2\*40 DIV 13
- удвоитель частоты 2\*2\*40 DIV 13

## ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ

1. Для уменьшения наводок и влияния помех, разводка печатной платы должна выполняться с одним сплошным слоем металлизации, блокировочными керамическими емкостями около питающих пинов. Все незадействованные пользовательские пины I/O посажены внутри ПЛИС на землю и сконфигурированы как выходы.

2. Делитель построен на типичном счетчике с дешифратором и FLIP-FLOP асинхронном D-триггере с асинхронной предустановкой и сбросом. Для сохранения скважности выходных импульсов равной 2, триггер включаем по 6-му импульсу, по 13-му сбрасываем. При этом период на выходе равен четко 13-ти входным периодам частоты.

3. В качестве умножителя (удвоителя) использован классический способ задержки сигнала на XOR. При

этом для каждой из удваиваемой входной частоты подобрано количество Latch-модулей для задержки по требуемой длительности импульса в общем периоде выходного сигнала. Дело в том, что для последующего удвоения частоты входной сигнал должен иметь скважность равной двум или хотя бы близкой, иначе неизбежно повышение гармонических составляющих и сдвига фаз, а они и так имеются ввиду температурной зависимости и зависимости от стабильности источника питания временных задержек внутренних элементов. Это вам только кажется, что эти параметры нормируемые, они нормируемые производителем “в общем”. Было выяснено, что два Latch-модуля дают длительность импульса равную времени задержки одного элемента, что, впрочем, и так понятно из выбранного CPLD. Таким образом, для создания скважности = 2 на выходе требуется количество Lath = период выходного сигнала div 2 div время задержки элемента и умноженное на 2:

$$N_{\text{latch}} = 2 * T_{\text{out}} \text{ div } 2 \text{ div } 10 = T_{\text{out}} \text{ div } 10$$

Пример: имеем на входе удвоителя 3 МГц (период 333.333 нс), на выходе соответственно получим 6 МГц (период 166.66 нс). Таким образом, количество Latch-модулей:

$$N_{\text{latch}} = T_{\text{out}} \text{ div } 10 = 166.66 \text{ div } 10 = 16$$

## ЛИЦЕНЗИОННОЕ СОГЛАШЕНИЕ

Автор не несет никакой ответственности за возможную порчу оборудования или информации в результате неправомерного использования данного проекта или за “ваши кривые руки”. Также он не дает никаких гарантий, явных или подразумеваемых, относительно корректности результатов и не несет ответственности за прямые или косвенные убытки, связанные с его использованием.



**RAMEDIA™: <http://raxp.radioliga.com/>**

**Андрей Савченко**

г. Омск

E-mail: [Sobiratel\\_sxem@mail.ru](mailto:Sobiratel_sxem@mail.ru)

## Visual Analyser. Проверка возможностей измерительного комплекса



**Продолжение.  
Начало в №6/2018**

Итак, тестирование возможностей измерительного комплекса начнём с измерения нелинейных искажений звуковой карты по отношению к выбранному входу и выходу в различных режимах работы (т.е., снимем спектр сигнала для связки вход-выход по умолчанию) [12, 13, 14].

Для этого после запуска программы необходимо в генераторе сигналов (Waveform Generator) для левого и правого каналов выставить частоту генерируемого сигнала, равную 1 кГц, а функциональную зависимость – синусоидальный сигнал (Wave function, пункт 22, 24).

После этого необходимо в микшере операционной системы, либо в самом ПО Visual Analyser (пункт 25) установить минимальный уровень

выходного сигнала выбранного устройства вывода, после чего можно запустить генератор, щелкнув левой кнопкой мыши по кнопке “On” (которая при активации сменится на кнопку отключения генератора – “off”).

Теперь, плавно повышая уровень выходного сигнала, внимательно наблюдайте за спектром сигнала в нижней половине основного окна программы. На спектре в виде пика на частоте 1 кГц будет

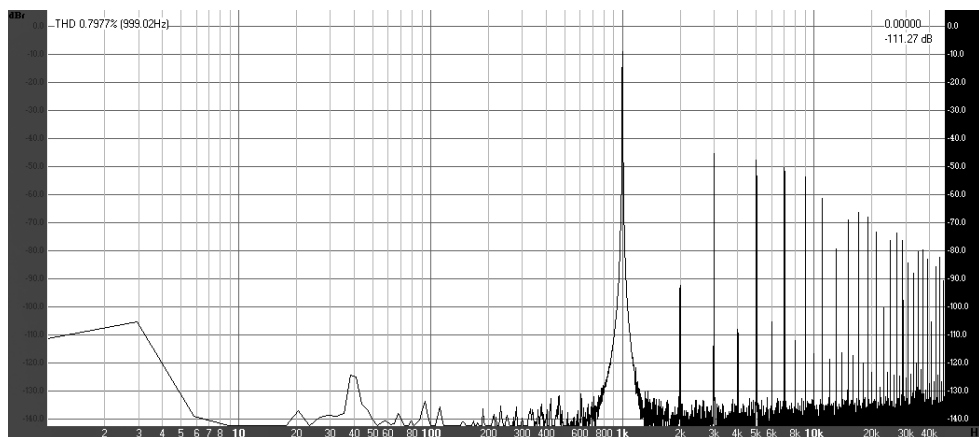


Фото 6

отображаться основной сигнал, генерируемый звуковой картой, а также пики значительно более низкого уровня на кратных частотах (называемые высшими гармониками). Данные гармоники вызваны нелинейностями в тестируемом звуковом тракте. Чем больше уровень высших гармоник – тем выше нелинейность тестируемого тракта (т.к. данных гармоник нет в исходном генерируемом сигнале, и они появились при прохождении сигнала через тестируемый звуковой тракт).

Суммарная же нелинейность тракта определяется либо коэффициентом нелинейных искажений, либо коэффициентом гармонических искажений (в зависимости от настроек в пункте 21) и отображается на спектре в левом верхнем углу около надписи THD.

При определённом уровне сигнала на спектре произойдёт резкий скачок уровня высших гармоник – это свидетельствует о том, что наступило ограничение сигнала в звуковом тракте (так называемый клиппинг) из-за превышения допустимого уровня сигнала на входе. Спектр сигнала при работе моего звукового тракта в клиппинге показан на **фото 6**.

Если же незначительно уменьшить уровень выходного сигнала, то произойдёт такое же резкое уменьшение уровня высших гармоник (это свойственно только усилителям с достаточно глубокой отрицательной обратной связью, которая лежит в основе усилителей любой

современной звуковой карты ПК). Данный уровень сигнала на входе звуковой карты, по сути, является максимальным допустимым для нормальной работы измерительного комплекса.

На данный момент максимальный входной уровень можно не фиксировать (не измерять переменное напряжение на входе), а только обратить внимание на сам спектр сигнала и суммарный коэффициент гармоник. Для удобства работы со спектром приведём его в более удобную для просмотра форму.

Итак, для задания автоматического масштабирования по оси Y щелкните в окне спектра правой кнопкой мыши и в выпадающем меню выберите пункт “Auto-scale Spectrum” (Автоматический масштаб спектра) и щелкните по выбранному пункту левой кнопкой мыши. К отображаемому в окне спектру будет применён автоматический масштаб.

После этого необходимо вновь щелкнуть правой кнопкой мыши, но уже в правой или левой части окна спектра по линейке с указанными на ней уровнями гармоник по оси Y и выбрать в выпадающем меню пункт “Auto” (Автоматически) – спектр будет автоматически центрирован в окне отображения. На этом, собственно, можно с настройками отображения спектра и закончить.

Тут так же можно отметить, что имеются и дополнительные функции настройки отображения спектра в

окне. Так, например, если щелкнуть левой кнопкой мыши по правой линейке с указанными на ней уровнями гармоник по оси Y и, не отпуская кнопку мыши, потянуть линейку вверх или вниз, то спектр будет пропорционально смещаться в окне отображения. Эта функция аналогична функции смещения луча по оси Y в осциллографе.

Немного правее данной линейки расположен ползунок “Y-axis” (Масштаб по оси Y, показанный ранее на **фото 4**). Это ни что иное, как ползунок ручного масштабирования по оси Y.

Учитывая тот факт, что уровень высших гармоник обычно оценивается относительно уровня первой гармоники (основной генерируемой частоты), то считаю необходимым описать ещё одну достаточно удобную функцию, а именно – функцию смещения нуля на спектре исследуемого сигнала.

Активация данной функции позволяет перемещать спектр сигнала относительно координатной сетки по оси Y, т.е., для удобства оценки высших гармоник нужно совместить уровень первой гармоники с уровнем 0 дБ – при этом уровень всех высших гармоник можно непосредственно отсчитывать по координатной сетке, не выполняя дополнительных математических операций (сложения или вычитания – в зависимости от того, на каком уровне относительно 0 дБ будет расположен уровень 1-й гармоники).

Для активации данной функции необходимо щёлкнуть правой кнопкой мыши по правой линейке с указанными на ней уровнями гармоник по оси Y и в выпадающем меню выбрать пункт “Zero adjust” (Настройка/установка нуля), щёлкнув по нему левой кнопкой мыши – при этом правая линейка начнёт монотонно мигать, что говорит об успешной активации данной функции. Далее необходимо левой кнопкой мыши щелкнуть по правой

линейке и, не отпуская, протянуть вверх или вниз до совмещения уровня 1-й гармоники с уровнем 0 дБ. После совмещения можно отпустить левую кнопку и деактивировать функцию смещения нуля (аналогично её активации).

Теперь можно смело сохранить полученный спектр при максимальном входном уровне (до наступления клиппинга) и проанализировать.

Для сохранения спектра необходимо щелкнуть в основном окне программы правой кнопкой мыши и выбрать пункт "Take Spectrum screen shot" (Снимок/скриншот экрана спектра) и в появившемся окне выбрать в меню "File" (Файл) пункт "Save" (Сохранить), ввести название сохраняемого спектра, путь сохранения и подтвердить сохранение.

Спектр сигнала для левого канала (канал А) используемого мной звукового тракта при максимальном допустимом входном уровне показан на **фото 7**.

По спектру можно сделать вывод о том, что суммарный коэффициент гармоник канала А равен 0,0073% (указан в верхнем левом углу программы), а уровень самой высокой гармоники – 2-й, относительно 1-й (основной генерируемой частоты) приближенно равен – 80 дБ. Также на спектре наблюдаются и другие высшие гармоники с уровнями относительно 1-й гармоники, равными -90 дБ и ниже.

Далее необходимо аналогично снять спектр сигнала и для второго (правого, канала В) канала звуковой карты. Смену канала можно

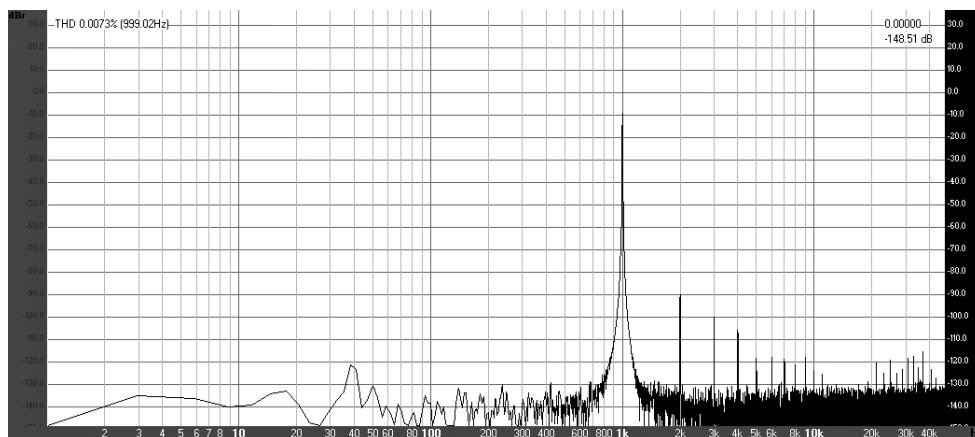


Фото 7

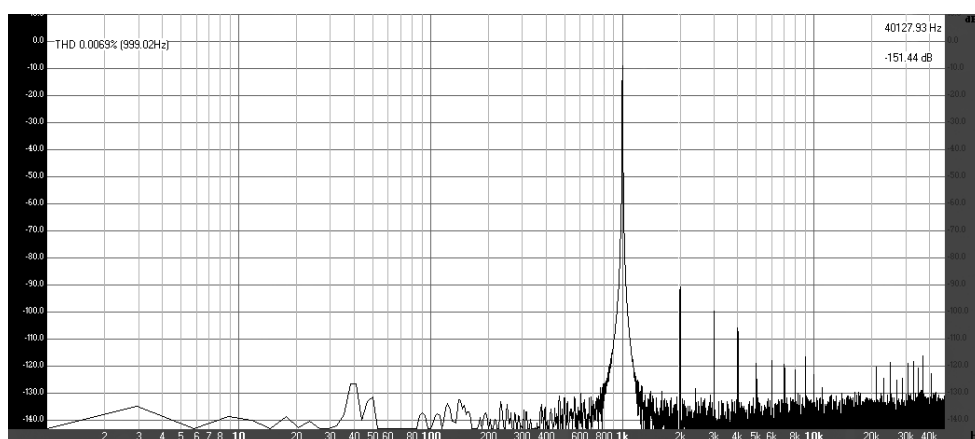


Фото 8

произвести на панели быстрого доступа к основным функциям программы в правой части основного окна программы (см. **фото 4**) либо в меню основных настроек программы на вкладке "Main" в выпадающем меню "Channel(s)".

Спектр сигнала для правого канала используемого мной звукового тракта при максимальном допустимом входном уровне показан на **фото 8**.

По спектру можно сделать вывод о том, что суммарный коэффициент гармоник канала В равен 0,0069%, а уровень самой высокой гармоники – 2-й, относительно 1-й приближенно равен – 80 дБ. Также на спектре наблюдаются и другие

высшие гармоники с уровнями относительно 1-й гармоники, равными -90 дБ и ниже с практически идентичным распределением по уровням (амплитудам гармоник).

По приведённым спектрам можно сделать вывод о том, что каналы имеют незначительное различие по коэффициенту гармоник (на уровне погрешности измерений) и данным различием можно пренебречь при практических измерениях, что является отличным результатом.

Так же однозначно можно сказать, что в большинстве радиолюбительских ситуаций и применений такие незначительные уровни гармоник можно просто не учитывать.

## Ссылки, литература

12. <http://www.unitest.com/theory/spectrum-1.html> - Основы анализа спектра
13. <https://habr.com/post/253447/> - Спектральный анализ сигналов
14. <http://microtechnics.ru/amplitudnyj-spektr-signal-a-amplitudno-chastotnaya-karakteristika-achx/> - Амплитудный спектр сигнала. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ)



# Многофункциональный частотомер на микроконтроллере PIC18F252-I/SP (v.4.0)

**Владимир Турчанинов**

г. Севастополь

E-mail: vladimirUASEV@gmail.com



**Продолжение.**  
Начало в №6/2018

## Работа прибора в разных режимах.

А теперь рассмотрим более подробно работу схемы (рис. 1) в разных режимах.

### Измерение частоты и длительности импульсов периодического сигнала.

При измерении параметров цифрового TTL сигнала кнопкой BUT2 выбирается вход TTL (рис. 2).

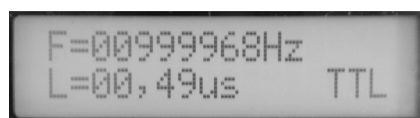


Рис. 2

На выходах RC0RC1RC2 U5 формируется код 000. Вход измерения частоты TOCKI и измерения длительности импульсов INT U5 подключаются через мультиплексор U1 и резисторы R23 и R24 ко входу TTL. МК производит измерение частоты и длительности импульса входного сигнала и выводит их значение на ЖКИ (рис. 2). При измерении частоты в приборе используется метод досчета, так как предделитель микроконтроллера не имеет функции чтения. Досчет производится генерацией импульсов на выходе RC3 микроконтроллера и подачей на вход TOCKI через мультиплексор (на выводе "C" U1 pin 9 появляется лог.1).

При измерении частоты по входу VHF кнопкой BUT2 выбирается вход VHF (рис. 3). На выходах RC0RC1RC2 U5 формируется код 001. Измеряемый сигнал через резистор R27 и конденсатор C13 поступает на инвертирующий вход быстродействующего компаратора U3. С выхода компаратора сигнал поступает на вход X1 мультиплексора U1. С выхода мультиплексора Y

сигнал поступает на вход TOCKI U5 и происходит измерение частоты.

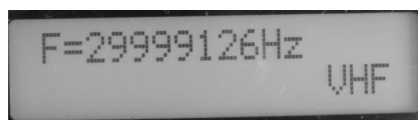


Рис. 3

После измерения частоты микроконтроллер производит измерение напряжения на входе RA3, запрограммированного как вход АЦП. Если на входе RA3 присутствует напряжение, то есть температурный датчик подключен, и выбран режим измерения UHF или VHF, то прибор индицирует измеренную температуру в градусах Цельсия (рис. 4).



Рис. 4

При измерении частоты СВЧ сигнала кнопкой BUT2 выбирается вход UHF (рис. 5).



Рис. 5

На выходах RC0RC1RC2 U5 формируется код 010. Вход измерения частоты TOCKI U5 подключается через мультиплексор U1 к выходу одновибратора U4:B, который формирует импульсы 0,5 мкс при наличии сигнала на входе UHF. Так же при выборе входа UHF на выходах RB1-Clock, RB2-Data и RB3-LE формируется сигнал (рис. 6), который включает синтезатор частоты U6, выбирает делитель N COUNTER и устанавливает коэффициент деления, равный 1000.

На рис. 6 каналу А осциллографа соответствуют синхроимпульсы Clock, каналу В – данные Data и каналу С – сигнал разрешения LE. Длительность синхроимпульсов составляет 2 мкс при периоде следования 100 кГц.

### Работа делителя при отсутствии сигнала на входе UHF.

Делитель частоты N COUNTER синтезатора устроен так, что, при отсутствии сигнала на его входе, на его выходе присутствует шум. Для того, чтобы частотомер не производил подсчет импульсов при отсутствии сигнала на входе, применен одновибратор U4:A. При отсутствии сигнала

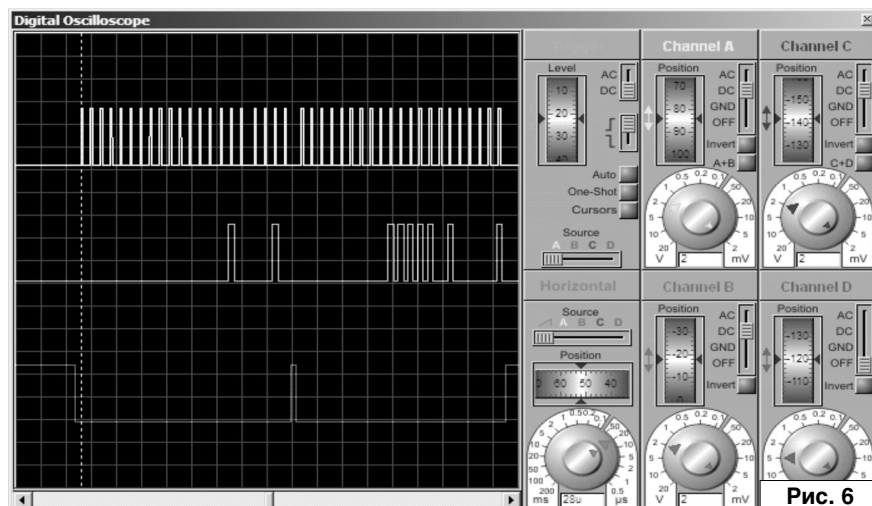


Рис. 6

на входе делителя, сигнал на выходе одновибратора так же отсутствует.

При наличии сигнала на входе UHF через разделительные конденсаторы C9 и C7 он проходит на вход синтезатора. С выхода синтезатора через два одновибратора сигнал поступает на вход микроконтроллера. МК производит измерение частоты входного сигнала и выводит его значение на ЖКИ.

Для повышения точности измерения частоты в низкочастотном диапазоне (менее 100 Гц), применен косвенный метод измерения частоты. Работает он следующим образом. Сначала прибор производит измерение частоты обычным методом. После измерения производится сравнение цифровым компаратором числа 100 с результатом измерения. Если результат измерения меньше 100, то прибор измеряет период входного сигнала и преобразует его в частоту. Значение частоты выводится на ЖКИ (рис. 7).



Рис. 7

### **Измерение абсолютного изменения частоты периодического сигнала.**

Измерение абсолютного изменения частоты происходит следующим образом. После включения данной функции, прибор производит измерение частоты входного сигнала методом, рассмотренным ранее. Далее измеренное значение запоминается в регистрах. После чего через одну секунду прибор производит следующее измерение, сравнивает с начальным значением и определяет изменение (разницу) частоты. Текущее значение измеренной частоты и изменение частоты со знаком выводится на экран ЖКИ (рис. 8). Так же измеренное значение изменения частоты как со знаком "-", так и со знаком "+" запоминаются в регистрах. Каждое последующее измерение изменения частоты сравнивается с записанным, и если оно превышает записанное, то новое измерение перезаписывается. Период

процесса измерения происходит каждую секунду. При остановке функции измерения абсолютного изменения частоты прибор индицирует максимальные значения ухода частоты как в меньшую, так и в большую сторону от начального значения (рис. 9).



Рис. 8

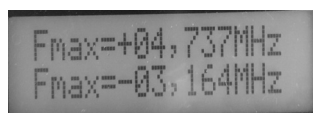


Рис. 9

### **Счетчик видеоимпульсов.**

Счетчик видеоимпульсов работает следующим образом. При подаче на вход VHF или TTL сигнала и включении функции "COUNTER - ON" прибор производит подсчет поступивших на его вход импульсов, но на ЖКИ отображается значение предыдущего измерения. После отключения функции "COUNTER - OFF" прибор прекращает подсчет импульсов, поступающих на вход прибора, и выдает результат измерения на экран ЖКИ (рис.10).



Рис. 10

### **Измерение параметров N-го импульса.**

Измерение параметров N-го импульса производится следующим образом. После выбора номера измеряемого импульса и запуска функции "PULS - ON" прибор переходит в режим ожидания входного сигнала. После поступления на вход прибора пакета импульсов, прибор производит подсчет импульсов. Когда приходит N-й импульс, производит измерение его длительности и паузы после него (рис.11).

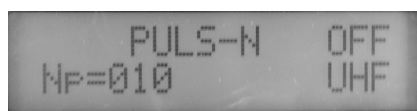


Рис. 11

### **Счетчик радиоимпульсов.**

Счетчик радиоимпульсов работает следующим образом. При подаче на вход VHF или UHF сигнала и включении функции "RF/COUNTER - ON" прибор производит подсчет поступивших на его вход радиоимпульсов, но на ЖКИ отображается значение предыдущего измерения. После отключения функции "RF/COUNTER - OFF" прибор прекращает подсчет радиоимпульсов, поступающих на вход прибора, и выдает результат измерения на экран ЖКИ (рис. 12).

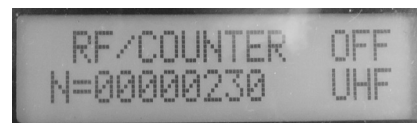


Рис. 12

### **Измерение отношения частот VHF/TTL.**

Измерение отношения частот VHF/TTL работает следующим образом. При подаче на вход VHF высокочастотного сигнала, а на вход TTL – сигнала с меньшей частотой (например, после делителя частоты) и включении функции "VHF/TTL - ON", прибор производит измерение двух частот и определяет их отношение. Результат (при частоте на входе TTL – 10 кГц и на входе VHF – 40,04 МГц) выводится на ЖКИ (рис. 13).

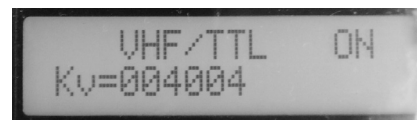


Рис. 13

### **Измерение отношения частот UHF/VHF.**

Измерение отношения частот UHF/VHF работает следующим образом. При подаче на вход VHF и UHF высокочастотного сигнала, но на вход UHF – сигнала с большей частотой (например после умножителя частоты) и включении функции "UHF/VHF - ON", прибор производит измерение двух частот и определяет их отношение. Результат (при частоте на входе VHF – 1 МГц и на входе UHF – 511 МГц) выводится на ЖКИ (рис. 14).



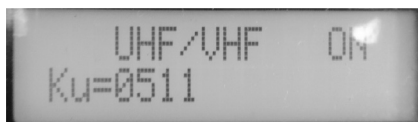


Рис. 14

### Делитель частоты аналогового сигнала ВЧ.

Выбирается функция "DIVIDER" и вход "VHF" (рис. 15). На вход "VHF" подается сигнал. Включается функция "DIVIDER - ON". С выхода TTL снимается поделенный сигнал. Измерение частоты выходного сигнала производится каждую секунду. На индикаторе ЖКИ (при частоте на входе VHF – 30 МГц и коэффициенте деления  $K = 200$ ) выводится значение измеренной частоты на выходе делителя и значение установленного коэффициента деления (рис. 16).

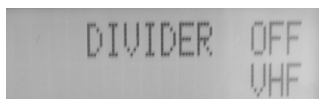


Рис. 15



Рис. 16

### Делитель частоты аналогового сигнала СВЧ.

Выбирается функция "DIVIDER" и вход "UHF" (рис. 17). На вход "UHF" подается сигнал. Включается функция "DIVIDER - ON". С выхода TTL снимается поделенный сигнал. Измерение частоты выходного сигнала производится каждую секунду. На индикаторе ЖКИ (в данном случае при частоте на входе UHF – 500 МГц и коэффициенте деления  $K = 2500$ ) выводится значение измеренной частоты и значение установленного коэффициента деления (рис. 18).

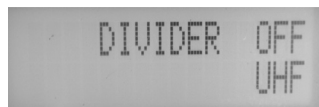


Рис. 17

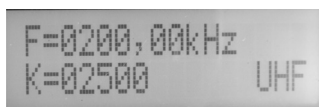


Рис. 18

Но, прежде чем включить делитель частоты, микроконтроллер

проверяет соответствие сигнала на входе "UHF" заданным параметрам. Для этого предварительно устанавливается коэффициент деления, равный 1000. Если сигнал на входе соответствует заданным параметрам, делитель частоты включается с установленным коэффициентом деления. Если сигнал на входе отсутствует или не соответствует параметрам, делитель частоты не включается, а ЖКИ индицирует надпись "NO SIGNAL".

### Работа прибора в режиме "TEST".

В этом режиме на выходе TTL присутствует сигнал с частотой следования импульсов 1 МГц, 100 кГц, 10 кГц, 1 кГц, 100 Гц, 10 Гц или 1 Гц. Индикация ЖКИ в режиме "TEST" (для частоты 100 кГц) имеет вид (рис. 19).

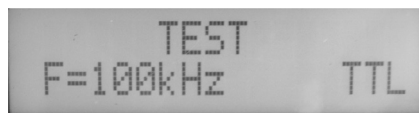


Рис. 19

### Работа прибора в режиме генератора одиночного импульса "TIMER".

В этом режиме на выходе TTL формируется прямоугольный импульс длительностью от 1 мкс до 99,999 мс с шагом установки 1 мкс, длительностью от 10 мкс до 999,99 мс с шагом установки 10 мкс, длительностью от 100 мкс до 9,9999 с с шагом установки 100 мкс и длительностью от 1 мс до 99,999 с с шагом установки 1 мс (рис. 20, рис. 21). Выбор производится кратковременным нажатием кнопки "INPUT". Установка длительности импульса производится нажатием кнопок "RANG" и "INPUT". В этом режиме можно выставить импульс как логического нуля (рис. 21-23), так и логической единицы (рис. 20). Запуск производится кратковременным нажатием кнопки "START" или по нарастающему перепаду запускающего синхроимпульса на входе VHF (рис. 22).

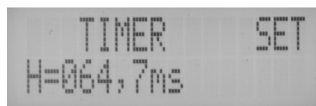


Рис. 20

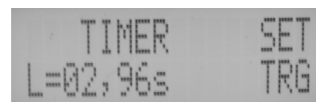


Рис. 21



Рис. 22



Рис. 23

### Работа прибора в режиме генератора пакета импульсов "GEN PULS-1".

В этом режиме на выходе TTL формируются прямоугольные импульсы длительностью от 3 мкс до 65535 мкс (рис. 24), паузой между импульсами от 3 мкс до 65535 мкс (рис. 25) и количеством импульсов от 1 до 65535 (рис. 26). Выбор параметра производится длительным нажатием кнопки "START". Установка параметра производится нажатием кнопок "RANG" и "INPUT". Запуск производится кратковременным нажатием кнопки "START" или по нарастающему перепаду запускающего синхроимпульса на входе VHF. В этом режиме прибор может работать и как генератор непрерывных импульсов. Для этого необходимо установить количество импульсов, равное нулю ( $Np = 0$ ) (рис. 27).

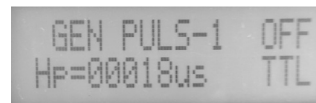


Рис. 24

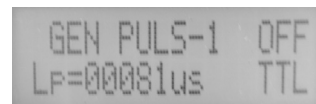


Рис. 25



Рис. 26

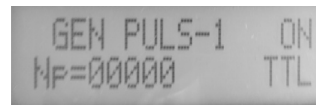


Рис. 27



Продолжение в №8/2018

**Михаил Шустов**  
г. Томск  
E-mail: [mas@go.ru](mailto:mas@go.ru)

Приведены схемы электронных реле минимального, максимального и диапазона токов нагрузки, работающих как на постоянном, так и на переменном токе.

## Электронные реле минимального, максимального и диапазона токов нагрузки

При эксплуатации электронных схем зачастую возникает задача обеспечить индикацию минимального, максимального тока нагрузки или допустимого диапазона его изменения, а также реакцию схем защиты при выходе тока нагрузки за пределы допустимых значений. Решить эту задачу помогут электронные реле минимального, максимального и диапазона токов нагрузки, приведенные на **рис. 1–5**.

**Реле минимального тока нагрузки** показано на **рис. 1**. Основной реле является усилитель постоянного тока на транзисторах VT1, VT2, нагрузкой которого является индицирующий светодиод HL1, либо оптронная пара A1, либо реле K1, управляющие внешней гальванически развязанной нагрузкой. Датчиком тока нагрузки является резистор R6, включенный последовательно сопротивлению нагрузки Rн. Параллельно датчику тока подключены резистор R4 и потенциометр R5, задающие нижний и верхний пределы срабатывания системы индикации. Резистор R3 защищает транзистор VT2 при коротком замыкании в цепи нагрузки.

При отсутствии тока в нагрузке транзистор VT2 закрыт, а транзистор VT1 открыт, через цепь нагрузки транзистора VT1 (светодиод, обмотка реле) протекает ток. Как только падение напряжения на датчике тока (на управляющем переходе транзистора VT2) превысит порог открывания транзистора (порядка 0,6 В), транзистор VT2 откроется, зашунтировав управляющий переход транзистора VT1. Ток через светодиод (обмотку реле) прекратится.

Регулировкой потенциометра R5 можно обеспечить срабатывание реле минимальной нагрузки (минимального тока) в диапазоне

от 90 до 520 мА. Расширить диапазон индикации можно путем замены резистора R6. Так, при сопротивлении резистора R6 3 Ом можно выставить ток срабатывания реле в диапазоне от 180 до 1040 мА. Напомним, что мощность рассеивания этого резистора можно определить из выражения:

$$P[Вт] = I^2 R,$$

где I – максимальный ток нагрузки, А; R – сопротивление резистора R6, Ом.

Для гарантированной работы этого резистора рекомендуется по меньшей мере удвоить полученное значение.

При использовании источника питания с иным напряжением в пределах допустимых рабочих напряжения транзисторов требуется лишь пересчитать номинал резистора R1 по выражению:

$$R1[кОм] = \frac{U_{пит.} - U_{HL1} - U_{VT1}}{I_{HL1}},$$

где  $U_{пит.}$  – напряжение питания, В;  $U_{HL1}$  – падение напряжение на светодиоде, В;  $U_{VT1}$  – падение напряжение на открытом транзисторе VT1, В;  $I_{HL1}$  – рекомендуемый ток через светодиод, мА.

**Реле максимального тока нагрузки** показано на **рис. 2**. Реле немногим отличается от предыдущего:

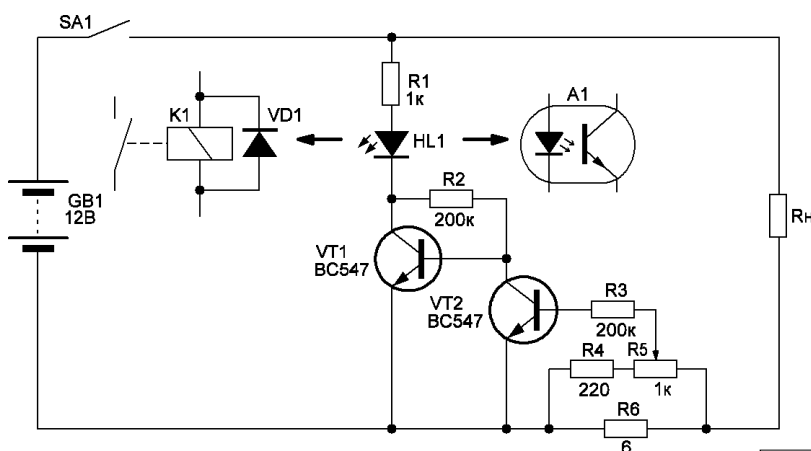


Рис. 1

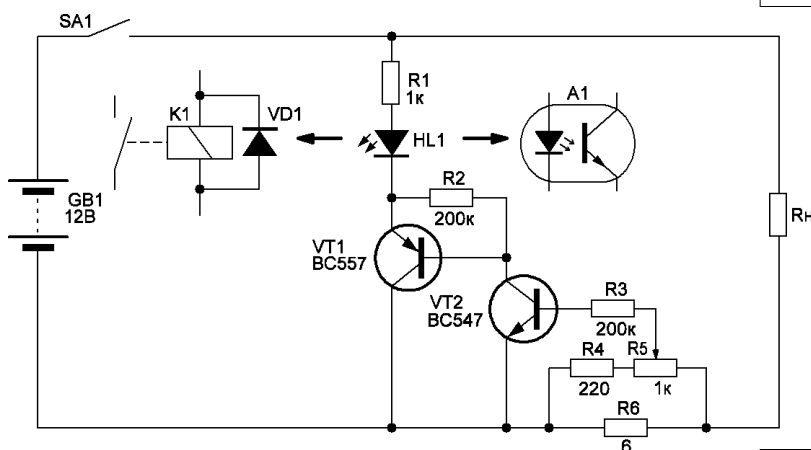


Рис. 2



# Устройство для вибраакустического массажа

Святослав Бабын (UR5YDN)

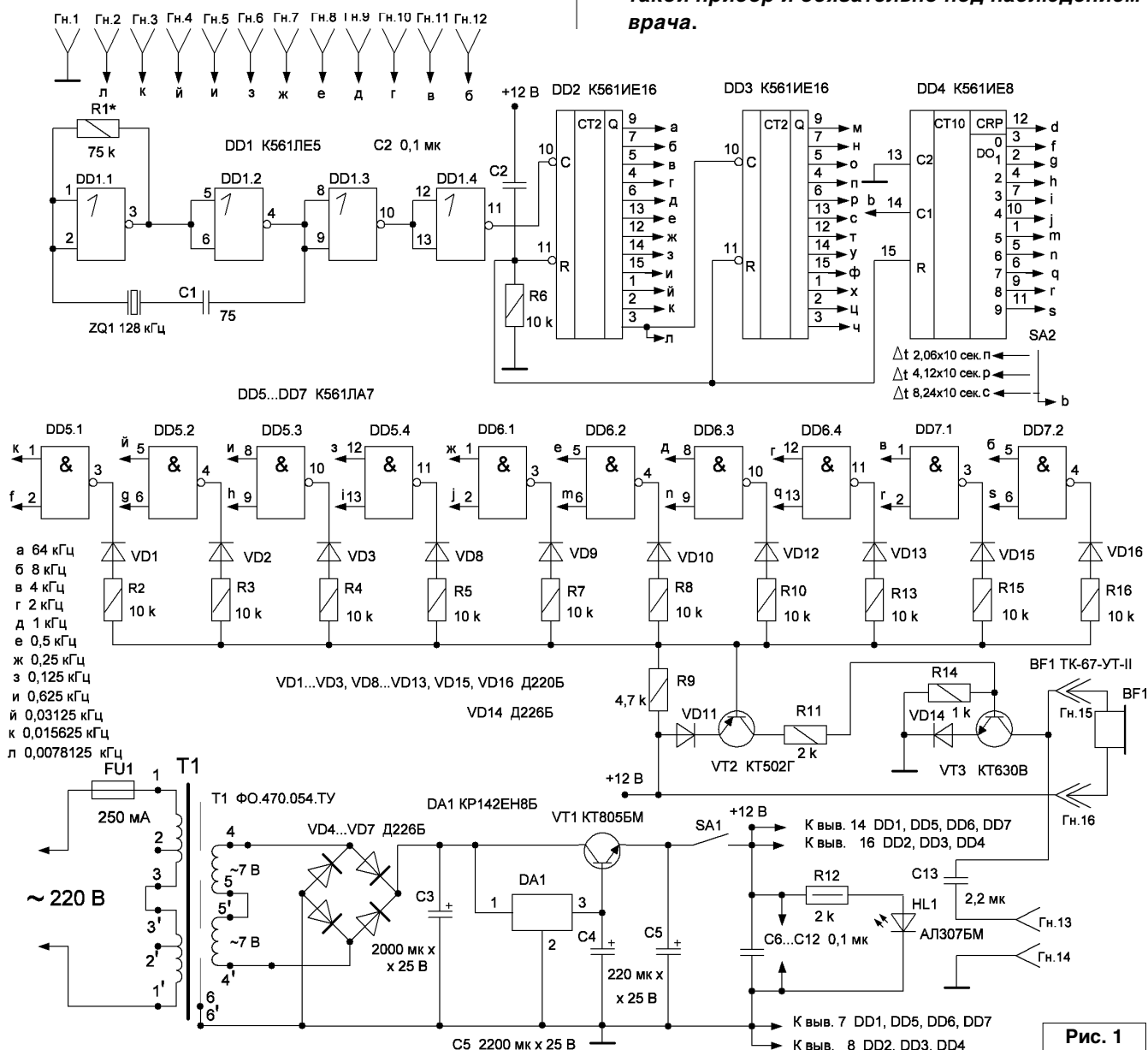
пгт Кельменцы  
Черновицкой обл.  
Украина

Акустический вибромассаж, как известно из истории, применялся тибетскими целителями более 5000 лет тому. Тибетскими целителями использовались поющие чаши. Следует заметить, что поющие чаши – это мощный “инструмент”, которым далеко небезопасно пользоваться, так как это может привести к серьезным изменениям личности в физическом и психическом плане. Для достижения еще большего эффекта от звукового массажа поющие чаши используются вместе с такими инструментами, как гонг, океанский барабан, колокольчики, цимбалы, ударные инструменты. Американские индейцы и жители Африки широко

использовали в целебной практике всевозможные барабаны, австралийские аборигены – диджериду, один из древнейших духовых инструментов, изготовленный из ствола эвкалипта.

В настоящее время промышленность выпускает приборы под названием “Витафон”. Такой прибор можно купить, а возможно и изготовить самостоятельно по предложенной автором схеме.

**ВНИМАНИЕ:** следует заметить, что пользоваться прибором можно только в том случае, когда врачи рекомендовали использовать такой прибор и обязательно под наблюдением врача.



Показаниями к вибромассажу являются:

- заболевания периферийного отдела нервной системы
- инфекционный полиартрит
- заболевания опорно-двигательного аппарата
- восстановления организма после травм и переломов
- хроническая астма
- хронический бронхит

Принципиальная электрическая схема устройства для виброакустического массажа приведена на **рис. 1**. Устройство выполнено на микросхемах типа К561, КМОП структуры. На микросхеме К561ЛЕ5 (четыре логических элемента 2ИЛИ-НЕ) собран задающий генератор с применением кварцевого резонатора. Автор проводил эксперименты с применением кварцевых резонаторов на различные частоты – от 60 до 500 кГц, и все они работают в данной схеме. В авторском варианте использован кварцевый резонатор на 128 кГц. С кварцевым резонатором на 128 кГц получим сетку частот, которую удобно также использовать для испытания радиолюбителями усилителей низкой частоты прямоугольным сигналом. В принципе, возможно применить кварцевые резонаторы и на другие частоты. Представляет интерес использование кварцевых резонаторов на 56,32 кГц; 112,64 кГц; 225,28 кГц или 450,56 кГц, которые обеспечат, после деления, частоты ноты “ЛЯ” (европейский стандарт). В качестве делителя частоты используется две микросхемы типа К561ИЕ16 (четырнадцатиразрядный двоичный счетчик-делитель), последовательно включенные.

Цепочка С2, R6 обеспечивает обновление счетчиков, то есть установление в начальное состояние, автоматически – при включении питания. Микросхема К561ИЕ8 (DD4) – десятичный счетчик с дешифратором. На выходах микросхемы DD4 появляется последовательность длинных посылок, которые поступают на микросхемы DD5, DD6, DD7 типа К561ЛА7 (четыре логических элемента 2И-НЕ) и служат “разрешением” для появления на выходе элемента сигнала, поступающего от микросхемы DD2. Сигналы, снятые с микросхем через схему “ИЛИ” на диодах и резисторах, поступают на транзисторный ключ VT2. Выходной каскад, собранный на транзисторе VT3, также работает в ключевом режиме. В ключевом режиме на низкоомной нагрузке получается большая выходная мощность. Транзистор КТ630В необходимо установить на радиаторе с  $S = 25 \text{ см}^2$ . Конденсаторы С8...С12 устанавливаются вблизи корпуса каждой микросхемы, между “+” и “-”, по питанию.

Длительность звучания посылок тональной частоты можно изменять с помощью переключателя SA2.

### Литература

1. Якубовский С.В. и др. Цифровые и аналоговые микросхемы. Справочник. - М.: “Радио и связь”, 1989 г.

Устройство возможно питать от любого источника питания на 12 В. Однако, удобнее питать от сети переменного тока от встроенного выпрямителя со стабилизатором напряжения на 12 В, схема которого также приведена на **рис. 1**. Схема общеизвестная и пояснений не требует.

Силовой трансформатор может быть любой (мощностью 10...15 Вт), который имеет на вторичной обмотке 14...16 В, при токе порядка 200...300 мА. Транзистор VT1, блока питания, необходимо установить на радиаторе с  $S = 50 \text{ см}^2$ . Все транзисторы устройства могут иметь любые буквенные индексы. Кварцевые резонаторы на 128 кГц используются часто в аппаратуре связи, и приобрести их не трудно. В принципе, возможно применить любые кварцевые резонаторы от 96 кГц до 500 кГц, подобрав на выходе делителей последовательность частот от 25 Гц до 10 кГц.

Схема, в целом, не содержит дефицитных радиокомпонентов. В качестве гнезд удобно использовать гнездовые разъемы любого типа. В качестве излучателя возможно применить телефонный капсульт на 65 Ом типа ТК-67-УТ-II со снятой верхней крышкой. Приклеивать мембрану нет необходимости: она удерживается за счет магнита телефонного капсуля. Кабель от устройства к телефону должен иметь длину порядка 2-х метров.

С гнезд Гн.12 и Гн.13, при подключенном BF1, возможно снять сигнал и подать на усилитель мощности с громкоговорителем, который в металлической коробке помещается в ванную, наполненную водой, и получим акустический гидромассаж.

Для акустического гидромассажа возможно также использовать только одну из низких частот, сняв ее с гнезд Гн.1 и Гн.4 (62,5 Гц), или Гн.1 и Гн.5 (31,25 Гц) и подав для дополнительного усиления на усилитель мощности.

### **ВНИМАНИЕ:**

**акустический гидромассаж можно делать только под наблюдением врача.**

Габаритные размеры устройства, со встроенным выпрямителем-стабилизатором – 160x50x140 мм.

Изменять режим работы устройства, с помощью переключателя SA2, необходимо при снятом питании, то есть переключатель SA1 при этом должен быть выключен.

Начинающим радиолюбителям напомним: при монтаже микросхем КМОП структуры необходимо пользоваться низковольтным электропаяльником, включенным в электросеть через понижающий трансформатор, и с заземлением жала электропаяльника. На руке монтажника должен быть “браслет”, который также необходимо заземлить.



В этом выпуске рубрики мы уделим внимание известной всей Юго-Восточной Азии коротковолновой радиостанции “Radio Veritas Asia” (RVA), последняя программа которой прозвучала в эфире поздним вечером в субботу 30 июня. На сегодняшний момент передатчики станции, расположенные в джунглях Филиппин, отключены и их дальнейшая судьба неизвестна.

Начиналась история вещания RVA после окончания Тихоокеанской войны в середине прошлого века: в отличие от Великой Отечественной войны, о событиях на Тихом океане в те же годы мало кто знает.

В конце июля 1947 года в Маниле (столица Филиппин) была открыта коротковолновая станция KZOK мощностью всего 250 Вт, она работала на частоте 9690 кГц. Антенна была ориентирована на север и юг страны для охвата максимальной территории. Даже при такой малой мощности эта коротковолновая станция была слышна в Англии, Австралии и Новой Зеландии. В те годы станция принадлежала государственной организации “Philippine Broadcasting Corporation” (PBC).

## Пересекая границы с именем Христа

**Василий Гуляев**

г. Астрахань

E-mail: [vasily@radioliga.com](mailto:vasily@radioliga.com)

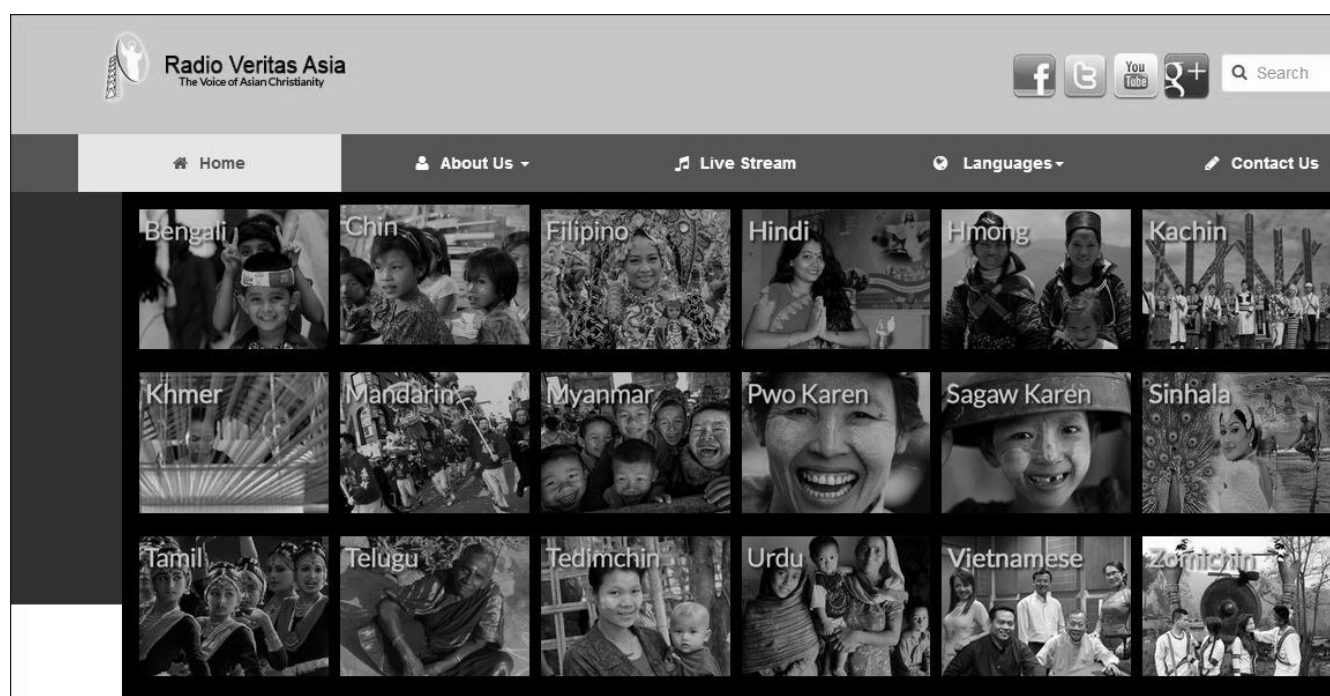
**Р**ешение о создании отдельной радиостанции для трансляции религиозных программ народам Юго-Восточной Азии было принято в декабре 1958 года. Напомню, что изначально финансовое обеспечение было организовано местным католическим университетом Святого Томаса – “Santo Tomas University”. Процесс растянулся по времени почти на десятилетие.

В Германии были закуплены два передатчика “Siemens” мощностью по 100 кВт, а 10 ноября 1967 года началось тестирование первого из них на частоте 21675 кГц. Второй передатчик был принят в эксплуатацию через год. Интересно, что вначале ставилось целью организовать религиозное вещание для противодействия распространяющемуся в те годы по всему азиатскому миру коммунистическому учению: это Китай, Вьетнам, Бирма, КНДР и т.д.

Однако новая радиостанция “Radio Veritas Asia” столкнулась с проблемами, на решение которых потребовалось много лет. Два немецких передатчика (у нас их принято называть “б/у” – бывшие в употреблении) работали с регулярными поломками. Персонал был набран из местных специалистов, и практически не справлялся со своими обязанностями, обнаружилась недостаточность финансирования проекта.

В течение следующих шести лет – с 1967 по 1973 год, “Radio Veritas Asia” присутствовала в эфире, в основном, только в тестовых трансляциях, состоящих обычно из классической музыки и анонсов на английском языке.

Тем не менее, когда в 1970 году Папа Павел VI посетил Филиппины и даже присутствовал на открытии офиса RVA в Маниле, он высказал следующие слова:



“Это великое предприятие, такая важная работа отражает учение Христа и поднимает сердца на Божью истину и любовь”.

После этого Ватикан затребовал полный финансовый отчет: идея была такова – организовать ретрансляционный центр “Радио Ватикана” на имеющемся уже оборудовании. Неизвестно, как бы повернулись события, однако в августе 1973 года “Radio Veritas Asia” после очередной поломки замолчала совсем – до мая 1977 года, когда повторно отремонтированные и отлаженные передатчики были введены в строй. Вот с этого момента и началось регулярное вещание RVA.

Визит Папы Иоанна Павла II на станцию в 1981 году еще раз укрепил актуальность коротковолновой станции по евангелизации населения: папа назвал RVA “голосом азиатского христианства”.

В течение следующих десяти лет дела на радиостанции шли хорошо, но тут вновь вмешался его величество Случай. На всей территории страны вспыхнули беспорядки политического характера. В ночь с 23 на 24 февраля 1986 года повстанцы ворвались в помещения передающей станции и сильно повредили передатчики, коротковолновые антенны, а также некоторые системы управления. К счастью, персонал не пострадал. По результатам обследования стало ясно, что надо начинать все с нуля и на новом месте, т.к. прежнее оборудование оказалось не подлежащим восстановлению.

Новый передающий центр был довольно быстро построен при финансовой поддержке католического сообщества Германии и правительства этой же страны. Его смонтировали в местечке Palauig - Zambales, в 230 километрах северо-восточнее столицы Филиппин Манилы. Там установили три 250-киловаттных передатчика швейцарского производства и пятнадцать антенн типа “Curtain” (“Занавес”). Первый передатчик был запущен в конце 1986 года; второй – в 1988 году и третий – в 1992 году. Спустя 18 лет после ввода в эксплуатацию

первый передатчик был демонтирован, далее работали только два более “молодых” передатчика.

Девиз станции звучал так: “Пересекая границы с именем Христа”. В свои лучшие годы RVA на коротких волнах вещала на 15 различных языках народов Азии, в том числе и на русском. Преимущественная их часть предназначались для католиков, но в то же время транслировались программы для буддистов, мусульман и христиан. Общее время вещания в течение суток составляло 26 с половиной часов.

Тестовое вещание на русском языке началось в октябре 1989 года, а регулярное – с 1 декабря того же года. Программы на русском языке готовились совместно двумя российскими радиостанциями: католической “Благовест” и православной “София” (по полчаса каждая). Выходили они в эфир два раза в сутки – утром и вечером для азиатской части СССР. Радиостанция “Radio Veritas Asia” прекратила трансляции на русском языке с 1 января 2011 года. Причины этого решения – проблемы с финансированием.

Студия, в которой создавалось большинство программ и откуда велось общее управление, находится в местечке Quezon City, Metro Manila (в тексте для предупреждения искажений отсутствует перевод некоторых названий на русский язык). Известно, что сложное студийное оборудование и само здание останутся нетронутым, здесь будут записываться программы на китайском языке для распространения через Интернет и на филиппинском для распространения через смартфоны. Сайт радиостанции <http://www.rveritas-asia.org/> существует, там можно увидеть, на каких языках Азии (а их по-прежнему много) готовятся программы для прослушивания онлайн.

Что будет с самим передающим центром – пока неизвестно. Ватикану он вряд ли понадобится, т.к. там тоже сильно свернуто в последние годы вещание в эфире на коротких волнах.

## НОВОСТИ РАДИОВЕЩАНИЯ

Время везде указано международное координированное – UTC.

### БЕЛЬГИЯ

Радиостанция “RTBF International” вещает на французском языке на частоте 621 кГц с 04.00 до 18.05 (вместо с 03.00 до 22.10). Сайт: <https://www.rtbf.be/radio/>. Для вещания используется передатчик мощностью 300 кВт, транслируются программы “La Premiere” и “Viva Cite”, которые в настоящее время и составляют содержание “RTBF International”. Тем не менее, в ближайшие месяцы станция будет закрыта полностью – часы вещания уже сокращены.

Анонс размещен здесь: [https://www.rtbf.be/radio/actualite/detail\\_evolution-des-modes-de-%20diffusion-radio-la-rtbf-prepare-la-fin-de-la-diffusion-en-ondes-moyennes-%20am-de-la-premiere-et-de-vivacite?id=9948700](https://www.rtbf.be/radio/actualite/detail_evolution-des-modes-de-%20diffusion-radio-la-rtbf-prepare-la-fin-de-la-diffusion-en-ondes-moyennes-%20am-de-la-premiere-et-de-vivacite?id=9948700). Официальная стратегия предполагает перевод трансляций в формат DAB+.

### ИНДОНЕЗИЯ

“Голос Индонезии” (“Voice of Indonesia”, VOI) вещает на новой частоте 3325 кГц с 10.00 до 21.00. Ранее использовавшаяся частота 9525 кГц не используется. Передатчик мощностью 10 кВт. Трансляции идут с 10.00 до 21.00 часовыми блоками на арабском, китайском, английском, немецком, французском, испанском, индонезийском и японском языках.

**КИТАЙ**

Китайская региональная радиостанция CNR 17, вещающая на казахском языке, транслирует 10-минутные уроки русского языка (неожиданно!!!) ежедневно с 03.20 (время варьируется в пределах  $\pm 2$  минут) на частотах 11630, 12055 кГц.

Полное расписание вещания CNR 17:

с 23.55 до 09.00 на частотах 11630 и 12055 кГц;

с 09.00 до 12.00 на частоте 12055 кГц;

с 09.00 до 18.05 на частоте 11630 кГц;

с 12.00 до 18.05 на частоте 9630 кГц.

Повторов данных уроков в других часовых блоках пока что не удалось обнаружить.

**КНДР**

В этом году 15 июня исполнилось 55 лет с момента начала регулярного вещания на русском языке из Пхеньяна радиостанции “Голос Кореи”. До 2002 года она была в эфире с названиями “Радио Пхеньян” и “Центральное Корейское Радио”. Специально к 55-летию русская служба подготовила выпуск программы “Почтовый ящик”, в котором звучат имена давних и преданных слушателей русской редакции и выдержки из их писем. Выпуск под названием “Славные годы с верными друзьями” доступен на официальном сайте по адресу:

[http://www.vok.rep.kp/CBC/index.php?CHANNEL=3&lang=.](http://www.vok.rep.kp/CBC/index.php?CHANNEL=3&lang=)

**ПОЛЬША**

25 июня начала вещание в цифровом формате радиостанция “Польское радио Литература”. Это новый канал главной радиостанции страны, миссия которого – ввести слушателя в атмосферу предстоящего фестиваля “Два театра”, проводимого Театром Польского радио и Театром Польского телевидения.

В рамках подготовки к фестивалю “Два театра” в Сопоте “Польское радио Литература” представляет слушателям поэзию, прозу и театральные радиопьесы на основе польской и зарубежной литературы. Радиоканал вещает до 8 июля. На постоянной основе эта цифровая радиостанция начнет работать с 11 ноября. “Польское радио Литература” можно слушать на платформе DAB+, в Интернете и через мобильное приложение “Польское радио”.

**РОССИЯ**

Длительное время отсутствовавшая в эфире Москвы по финансовым причинам радиостанция “Народное радио” вновь работает с 12 июля в тестовом режиме на частоте 612 кГц. Время трансляций с 04.00 до 16.00, звучат народные русские песни и идентификация.

В начале августа планируется изменение расписания сетки вещания радиоканала “Всемирная радиосеть” (WRN), транслируемого на частоте 738 кГц в Москве. Среди прочих планируется прекратить выпуски в эфир программ, подготовленных “Всеиндийским радио” (“All India Radio”), так как договоренность об их дальнейшем присутствии в эфире канала на данный момент отсутствует.

**США**

Религиозная радиостанция WTWW (“We Transmit World Wide”) изменила частоту вещания на английском языке на новую 15810 кГц (вместо прежней 12105 кГц). Время работы на ней – с 14.00 до 06.00. Сайт станции <http://wtww.us/>, из расписания трансляций исключено вещание на русском языке.

**ТАИЛАНД**

Радиостанция “Radio Thailand World Service” (HSK9) перенесла трансляции из-за помех на новую частоту 9920 кГц. На английском языке с 19.00 до 20.00 и с 20.30 до 20.45, на немецком с 20.00 до 20.15, на тайском с 18.00 до 19.00 и с 20.45 до 21.15.



*Ну вот, на сегодня это вся информация. В следующий раз мы поговорим о других интересных вопросах и темах DX-инга. Искренне желаю вам успехов в приеме радиостанций и чистого эфира!*



# Система подстройки ФСС при изменении частоты ГПД

Владимир Рубцов (UN7BV)  
г. Астана, Казахстан



Окончание. Начало в №6/2018

Питать данную схему можно как от разных источников питания +12 вольт и -3,3 вольта, так и от одного источника (стабилизатора), см. **рис. 4**, собранного на микросхеме DA2 K140УД1Б (сразу оговорюсь: “Применение более современных, в том числе и зарубежных операционных усилителей в качестве замены вышеназванного, НЕ ВОЗБРАНЯЕТСЯ!”) и транзисторах VT12, VT13, VT14. Его плюсом является не только то, что коллектор силового транзистора стабилизатора VT14 посажен на корпус (отпадает необходимость использования отдельного громоздкого радиатора), но и то, что на выходе, кроме положительного напряжения, ещё есть и отрицательные (-3,3 В и -5 В). Данный стабилизатор напряжения +12 вольт способен обеспечить на выходе параметры: напряжение +9...14 вольт (регулируется резистором R52), ток до 1 ампера, коэффициент стабилизации – более 10000, коэффициент подавления пульсаций – 50000.

Применение в качестве стабилитрона (VD18) прибора с литерой “Е” весьма положительно влияет на температурную стабильность схемы, этому же способствует и применение полевого транзистора (VT12) в качестве резистора (как одного из элементов цепи делителя задающего стабилизированного напряжения).

Конденсатор C102 повышает устойчивость микросхемы на высоких частотах (предотвращает самовозбуждение на таковых), этому же способствует и цепь R55, C103.

В качестве силового трансформатора Т5 можно использовать витой магнитопровод ОЛ50/80-40 (тороидальный). Сетевая обмотка должна содержать 1600 витков провода ПЭВ-2-0,41, вторичная: 100 витков ПЭВ-2-1,0 (провод 1 мм толщиной для напряжения +12 вольт и тока около 1 А).

В качестве силового трансформатора можно также использовать и накальный трансформатор с двумя (и более) выходными обмотками на напряжение 6,3

вольта и ток 0,5...1 ампер (например: ТН4-127/220-50, ТН12-127/220-50, ТН13-127/220-50, ТН14-127/220-50, ТН15-127/220-50, ТН17-127/220-50, ТН18-127/220-50, ТН30-127/220-50, ТН32-127/220-50, ТН34-127/220-50, ТН36-127/220-50, соединив две накальные обмотки последовательно между собой (получается переменное напряжение около 13 вольт, а после выпрямителя – постоянное 18 вольт “с копейками”). И ещё на заметку конструктору: сетевые обмотки таких трансформаторов имеют несколько отводов (обычно они “собираются” из двух “секций” и у каждой есть свои отводы), “сыграй” ими, можно в некоторых пределах менять выходное напряжение (получить на выходе выпрямителя постоянное напряжение 24 вольта, наиболее приемлемое для питания микросхемы – при нём выходные параметры стабилизатора максимальны).

Увеличение ёмкостей сглаживающих конденсаторов, как на входе стабилизатора (C100), так и на его выходе (C105), не возбраняется!

Так как коллектор транзистора VT14 посажен на корпус (собственно, в данном случае использован стабилизатор с минусовым выходным рабочим напряжением, но для получения плюсового рабочего напряжения его полюсы перевернуты относительно корпуса, поэтому коллектор и оказывается на корпусе, что и позволяет обходиться без дополнительного радиатора), то между его эмиттером и корпусом присутствует отрицательное напряжение порядка 5...6 вольт, так сказать, “остаток” входного напряжения, после процесса стабилизации (“издержки производства”). Именно это напряжение и используется для получения отрицательного напряжения -3,3 вольта, применённого для ручной регулировки транзисторов типа КП302, КП303. Параметрический стабилизатор этого напряжения реализован на стабилитроне VD19 и резисторе R56.

Вместо транзистора КТ502Б можно использовать МП25Б, вместо КТ805БМ – КТ803А, КТ805Б, КТ808А и даже КТ815, КТ817 (с любыми буквами). Вместо выпрямительного блока КЦ405А можно применить отдельные диоды типа КД208, КД202.

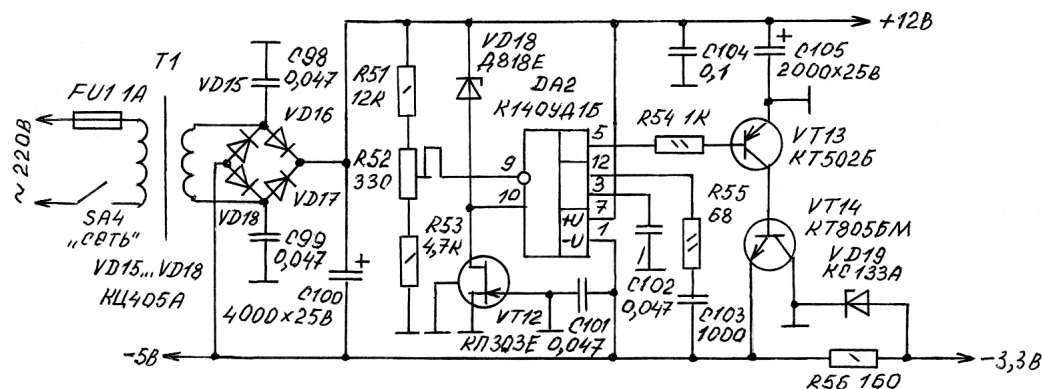


Рис. 4

Настраивать стабилизатор начинают на холостом ходу – без подключения нагрузки. Устанавливают выходное напряжение +12 вольт путём регулировки резистором R52. Затем подключают нагрузочные платы, предварительно убедившись в отсутствии коротких замыканий в их питающих цепях, и подстраивают более точно выходное напряжение.

При подключении дополнительной нагрузки – мощного резистора (более 5 ватт и несколько сот Ом сопротивлением) или лампочки накаливания (ток при этом не должен превышать максимально допустимый для данного стабилизатора), выходное напряжение должно остаться неизменным. При этом силовой транзистор стабилизатора не должен сильно нагреваться (рука должна терпеть его температуру).

Ранее в моих конструкциях я использовал много разных типов стабилизаторов, но остановился на этом, ибо он имеет явные преимущества (даже по сравнению, например, с теми же КРЭНками). Во-первых, он прост по конструкции (не содержит дефицитных деталей – всё больше ширпотреб), надёжен в работе, легко запускается, не требует отдельного радиатора охлаждения, имеет более высокие выходные параметры и, второе – кроме положительного, обеспечивает ещё и отрицательное напряжение на выходе, что часто бывает полезным в радиолюбительских конструкциях – запирающие каскады в режиме передачи, смещение на затворы полевых транзисторов типа КП302 и регулировка их усилением вручную, а также и для других случаев...).

В схеме применены постоянные резисторы МЛТ-0,125; МЛТ-0,25, переменные СП4-1 (можно заменить любыми другими типами подстроечных резисторов с указанными на схеме номиналами), переменный конденсатор С3/1-С3/2 (**рис. 2**) такого же типа, как и применённый в трансивере UW3DI-II и сдвоенный конденсатор переменной ёмкости от ламповых приёмников 12...495 пФ (С3/1-С3/2 на **рис. 3**).

Катушки на **рис. 1**: L1 – имеет 42 витка провода ПЭЛ-0,16, внавал, каркас трёхсекционный (унифицированный) от транзисторных карманных приёмников, диаметр в месте намотки 4 мм. Использован подстроечный ферритовый сердечник 400НН. L3, L4, L5 на односекционных пластмассовых каркасах (от ламповых приёмников), диаметр в секции намотки 4 мм, по 22 витка провода (внавал) ПЭЛ-0,16 (ферритовый подстроечник такой же). L2 – 13 витков провода ПЭЛ-0,16, внавал поверх L3.

Катушки на **рис. 2**: L1 и L2 намотаны на эбонитовых каркасах диаметром 12 мм и длиной 47 мм (длина намотки 30 мм) и содержат по 20 витков провода ПЭЛ-0,9, намотка виток к витку. Подстроечник резьбой карбонильный. L4, L5, L6 такие же как и L3, L4, L5 на **рис. 1**, а L3 – как L2.

Катушка L1 на **рис. 3** намотана на пластмассовом трёхсекционном унифицированном каркасе (от карманных радиоприёмников), диаметр каркаса в месте

намотки 4 мм, содержит 31 виток провода ПЭЛ-0,16 (внавал). Построечник ферритовый марки 400НН.

Перед настройкой нужно проверить схему на отсутствие короткого замыкания по цепям питания. При отсутствии такового, а при наличии – после устранения последнего, подать на схему питание. На вход схемы (С1 на **рис. 1**) подать сигнал от ГСС с частотой 5,5 МГц амплитудой 0,3 вольта. Измерить постоянное напряжение (высокоомным вольтметром или осциллографом, включенным в режим измерения постоянных напряжений) на аноде конденсатора С8 – оно должно быть в диапазоне +1,5...2 вольта. R6 отсоединить. Щуп вольтметра поместить на анод С9 и, подстраивая сердечник L1, добиться максимума напряжения (настроить контур в резонанс). Затем, подстраивая сердечник L1 путём его выворачивания из катушки, уменьшить напряжение до минимума – в данном случае рабочая точка управляющего напряжения окажется на нужном скате в нижней части характеристики АЧХ контура. Установить щуп вольтметра на коллектор VT3 и восстановить соединение резистора R6. Напряжение на коллекторе должно увеличиться до +10 вольт. Установить щуп вольтметра на коллектор VT4. Перестроить ГПД на частоту 6,0 МГц и, подстраивая движок R14, установить напряжение на коллекторе VT4 равным +12 вольт. Плавно перестроить частоту ГПД от минимальной 5,5 МГц до максимальной 6,0 МГц – напряжение на выходе компаратора должно плавно повыситься от 0 до +12 вольт. Установить щуп осциллографа (в режиме измерения переменных напряжений) на выход ФСС (на С17), установить частоту ГПД 5,5 МГц (что подаётся на С1), подать сигнал с ГСС частотой 6 МГц на вход ФСС (на С11) и, подстраивая поочерёдно сердечники катушек L3, L4, L5 по **рис. 1** и L4, L5, L6 по **рис. 2**, добиться максимума сигнала на выходе. Установить частоту ГПД 6,0 МГц, а частоту ГСС 6,5 МГц и, подстраивая движок резистора R17, снова добиться максимума сигнала на выходе уже на этой частоте. Изменяя частоту ГСС на входе ФСС (синхронно с частотой ГПД, подаваемой на С1 – на схеме по **рис. 2** это будет происходить автоматически), проверить правильность сопряжения ФСС с ГПД (в авторском варианте напряжение ПЧ 6...6,5 МГц на выходе ФСС равнялось 1,9 вольта и не менялось по амплитуде при перестройке). Если наблюдаются просадки на некоторых участках частотного диапазона, то следует произвести нивелировку – небольшую подстройку вышеназванных сердечников.

При правильной настройке постоянные напряжения на анодах конденсаторов С8 и С9 могут несколько изменяться при перестройке частоты ГПД, но при этом они будут оставаться равными друг другу (это может происходить в том случае, если ГПД при перекрытии всего частотного участка в 500 кГц выдаёт неравномерный по амплитуде сигнал), однако на точность сопряжения это не сказывается, так как компаратор сравнивает напряжения на обоих входах, поддерживая

на выходе необходимый рабочий уровень постоянным (в данной конкретной точке настройки частотного диапазона). При этом управляющее напряжение на варикапе VD1 подстраивает контур (L1C5VD1) до требуемой частоты (отслеживает изменение частоты). Это же напряжение, снятое с коллектора VT4 (в инверсии), используется и для сопряжения контуров ФСС ПЧ.

При использовании в процессе настройки вспомогательных каскадов (по рис. 2), предварительно следует установить частотные диапазоны перекрытия генераторами – на VT1 5,5...6 МГц и VT2 – 6...6,5 МГц (аналогично и для рис. 3) подстройкой сердечников соответствующих катушек. Применение вспомогательных каскадов резко упрощает процесс настройки и делает его нагляднее.

После окончания настройки движок переменного резистора R1 желательно не трогать, ибо изменение уровня переменного напряжения на входе схемы может слегка расстроить схему. Причина этому – использование в качестве подстроечного конденсатора варикапа VD1, который, как известно, является ещё и диодом. Изменение уровня переменного напряжения на нём вызовет и изменение его ёмкости из-за увеличения уровня детектированного сигнала.

Данная система позволяет реализовать перестраиваемый ФСС с шириной частотного участка до 700 кГц (на частотах в районе 6 МГц).

Использование такой системы позволяет применять в ГПД настроечный конденсатор с одной секцией, размещать ФСС в удобном месте конструкции, применять отдельные перестраиваемые одновременно ФСС для трактов приёма и передачи, управлять перестройкой ФСС передающей приставки дистанционно непосредственно от частоты сигнала ГПД без использования дополнительных специальных цепей управления.

Если на коллектор транзистора VT3 или VT4 установить измерительную головку (например, 100 мкА с “гасящим” резистором ... нечто наподобие R17 – типа вольтметра с пределом измерения 0...12 вольт), то эту схему можно использовать как прибор – стрелочный частотомер (с прямой или обратной шкалой отсчета) или как шкалу трансивера (приёмника, передающей приставки). Конечно, такой способ измерения частоты ... не совсем классический и измерение производится в довольно узкой полосе частот (500 кГц) – но всё же какой-никакой, а есть измеритель частоты. Это позволяет и в передающей приставке использовать ИП как шкалу для контроля – на какой частоте она работает.



**ПЕРСОНАЛЬНЫЙ САЙТ РУБЦОВА В.П.: <http://un7bv.narod.ru/>**

## “Радиовещание на русском языке”

Вышел из печати 23-й выпуск справочника «Радиовещание на русском языке» на сезон В17 (объём – 64 страницы формата А5), подготовленный Санкт-Петербургским DX Клубом. Он содержит зимние расписания ВСЕХ российских и зарубежных радиостанций, работающих на русском языке в диапазонах ДВ, СВ и КВ по состоянию на конец декабря 2017 г., приём которых возможен в России и странах СНГ (54 станции из 32 стран и территорий мира). В справочнике приведены частотные и тематические расписания, расположение и мощность передатчиков, направление вещания, почтовые адреса станций, номера телефонов, факсов, адреса электронной почты, Web-страниц и страниц в социальных сетях, а также QSL-политика станций.

Справочник распространяется ТОЛЬКО В ПЕЧАТНОМ ВИДЕ.

Стоимость справочника для жителей России – 250 руб. при предварительной оплате или 350 руб. при высылке наложенным платежом, для зарубежных стран – 6 евро или 7 долларов США.

Запросы направлять электронной почтой: [djspxb@nrec.spb.ru](mailto:djspxb@nrec.spb.ru).

*Александр Берёзкин*  
Санкт-Петербургский DX Клуб

### РОССИЯ

#### Радио Благовещение

Уллы Благовещения Пресвятой Богородицы в Петровском парке, Красноармейская ул., д. 2, стр. 2, Москва, 127167, Россия  
Тел.: +7 (495) 614-95-70  
E-mail: [iercvs@yandex.ru](mailto:iercvs@yandex.ru)  
Интернет: <https://radio-blagoveshchenie.ru> <https://радио-благовещение.рф>  
Online вещание: <https://radio-blagoveshchenie.ru>

Время	UTC	Средние волны, кГц	кВт	Расположение передатчика	Направление
18.47-19.00	15.47-16.00	612	20	Москва / Куркино (Россия)	Москва Московская область

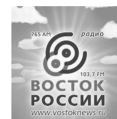
Идентификация: “В эфире программа Благовещение”

Начало вещания в диапазоне СВ: 1 февраля 2006 года

Подтверждение рапортов о приёме: нет сведений

#### Радио Восток России

Радио Восток России, ул. Ленина, 4/1, оф. 2, 1-й эт., Хабаровск, 680000, Россия  
Тел.: +7 (4212) 423309, 327150, 328381 (прямой эфир)  
Факс: +7 (4212) 423309  
E-mail: [adm@radiovostok.org](mailto:adm@radiovostok.org)  
Интернет: <http://www.vostoknews.ru>  
Facebook: <https://www.facebook.com/radioVR>  
ВКонтакте: <http://vk.com/club8711287>



Время	UTC	Средние волны, кГц	кВт	Расположение передатчика	Направление
00.00-15.00	21.00-12.00	765		5 Берёзовый (Россия)	Хабаровский край
				5 Бикин (Россия)	
				5 Богородское (Россия)	
				5 Вяземский (Россия)	
				5 Де-Кастри (Россия)	
				20 Комсомольск-на Амуре	
				5 Кравское (Россия)	
				5 Троицкое (Россия)	
				20 Хабаровск (Россия)	
				5 Циммермановка (Россия)	
				5 Чегдомын (Россия)	
5 Ягодный (Россия)					

Идентификация: “В эфире Радио Восток России”

#### Программы

“Бука закона” – консультации профессионального адвоката  
“Бечерная коллекция” – музыка для отдыха и удовольствия  
“Живая наука” – об интеллектуальном потенциале Хабаровского края  
“История нашего города” – история Хабаровска и заселения региона  
“Колокол в тумане” – размышления о жизни, времени и обществе  
“Каша музыка” – о творчестве дальневосточных рок-музыкантов  
“Неделя” – итоговая информационная программа  
“Первый ряд” – размышления о театре и обществе  
“Поговорим об этом” – кабинет психологической помощи  
“С рюкзаком по краю” – о дальневосточной природе  
“Свободная столица” – информационные итоги  
“Час труда” – программа о социальном партнёрстве  
“Экологический резонанс” – программа о проблемах экологии

Начало вещания на русском языке: 1 ноября 1998 г.

Подтверждение рапортов о приёме: нет сведений

30

Радиовещание на русском языке осень 2017 – весна 2018

Виктор Беседин (UA9LAQ)

г. Тюмень

E-mail: ua9laq@mail.ru

## Фильтры на 50 МГц

В [1] было упомянуто о необходимости надёжной фильтрации гармоник передатчиков диапазона 50 МГц (6 м). Назвался груздём... Решил продолжить тему поближе к практике...

В статье [2] редакция журнала предположила, что у автора, наверное, передатчик излучает самый чистый сигнал, среди подобных в стране. Там описан самый простой режекторный фильтр, подавляющий все чётные гармоники сигналов 6-метрового диапазона, в том числе и “самую опасную” – вторую. Включение режекторного отрезка не обязательно нужно производить, нарушая целостность кабеля антенного фидера, достаточно включить Т-образный соединитель-переходник между выходом трансивера или РА и антенной, к которому подключить с помощью ответной части соединителя отрезок коаксиального кабеля, длину которого нужно подобрать (рис. 1). Такой отрезок (с волновым сопротивлением, равным волновому сопротивлению кабеля фидера антенны, или соединительного кабеля трансивера с РА) практически не вносит затухания в полезный сигнал, а вторую гармонику подавляет примерно на 30 дБ и обеспечивает защиту входной части трансивера от статического электричества, так как связывает внутренний проводник коаксиального кабеля фидера с его оплёткой гальванически. Т-образный соединитель должен быть надёжным, прочным механически и иметь малое собственное затухание (обычно, это – соединители N-типа, но пойдут и другие, например, BNC). Чаще всего встречаются Т-образные соединители по типу РАЗветвителя, реже – Ответители, правильнее, в данном случае, использовать соединитель последнего типа, обеспечивая прямой ход для РЧ энергии в антенну, но можно использовать и разветвители. Т-образный соединитель

подключается к трансиверу (приёмнику) и антенне (отрезок кабеля пока не подключать!), в диапазоне 6 м (в середине интересующего участка) находим сильный сигнал стабильного уровня (можно помеху – “палку” от несущей изображения местного ТВ передатчика) или производится собственными силами – измерительный маячок, сигнал с которого должен поступать максимально через антенну и минимально напрямую на вход приёмника. По S-метру заметить уровень сигнала, например, 59+40 дБ. Присоединить отрезок, снабжённый с одной стороны ответной частью соединителя, подходящей для присоединения к Т-образному переходнику, противоположный конец отрезка длиной около метра свободен, центральная жила не соединена с оплёткой. При присоединении отрезка, сигнал несколько упадёт по уровню, на что отреагирует S-метр. Начинаем откусывать от свободного конца отрезка бокорезами части примерно по 5 мм и отмечаем по S-метру снижение уровня принимаемого сигнала, достигаем, откусывая лишнее, минимума сигнала, но не торопитесь, иначе, после проществия минимума, придётся начинать всё сначала, хотя... Теперь Вы знаете, что электрическая длина настроенного отрезка точно равна четверти длины волны принимаемого в диапазоне 6 м сигнала, так как, при этом, обеспечивается режекторный (отсасывающий,

вырезающий) эффект. Теперь остаётся зачистить изоляцию внутреннего и внешнего (оплётки) проводников на длине 1,5...2 мм и соединить их, сведя вместе, пайкой. Здесь можно поварьировать, подключив несколько миллиметров дополнительного провода, если, при настройке, оказался откушенным лишний кусочек кабеля, правда, здесь уже будет страдать глубина подавления ненужных нам паразитных сигналов, она будет тем меньше, чем больше будет этот дополнительный проводок. При подавлении, таким образом, более мощных компонентов в цепях фидеров передатчиков, лучше впаять между центральной жилой и оплёткой отрезка медную шайбу, одев внутреннее отверстие шайбы на центральную жилу, а по периметру впаяв шайбу внутрь оплётки, одев для защиты на торец отрезка изолирующий колпачок или заплавив (загерметизировав) торец частью внешней изоляции постороннего коаксиального кабеля, сварив края вырезанного из изоляции кружка с изоляцией настроенного отрезка с помощью, например, паяльника или газовой горелки и прижимая расплав тряпочкой до соединения в единое целое (при этом, не перегрейте отрезок, не дайте расплавиться его внутренней изоляции).

Для проверки эффективности отрезка, подключаем его к Т-образному соединителю (в антенную

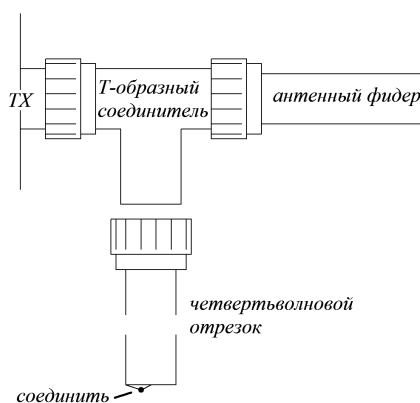
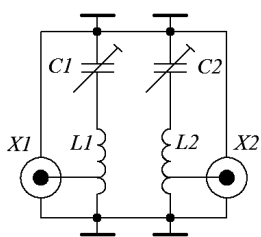


Рис. 1. Эскиз включения четвертьволнового отрезка кабеля в антенный тракт с помощью Т-образного соединителя (переходника, коннектора). Замкнутый четвертьволновый отрезок, взятый для частоты 50 МГц, будет являться полуволновым для частоты вдвое большей (второй гармоники) – 100 МГц и представит для неё короткое замыкание, как и для всех чётных гармоник от частоты 50 МГц



**Рис. 2.** Схема двухрезонаторного фильтра на основе индуктивно-связанных спиральных резонаторов. Конструкция корпуса под этот фильтр проста и может повторять этот рисунок, размеры корпуса смотрите в тексте, конструкцию корпуса в [3]. Степень связи контуров можно регулировать поворотом катушек по оси, при котором меняется расстояние между ними и степень связи, что влияет на общую АЧХ фильтра – от одногорбой, при оптимальной связи до двухгорбой, при связи выше критической. Оптимальная связь для узкополосного применения будет при одногорбой АЧХ и максимальной амплитуде этого горба на резонансной частоте, для более широкополосного применения подойдёт двухгорбая АЧХ с провалом между горбами 1...3 дБ

цепь), при этом, влияния его на уровень сигнала не должно быть (что – с отрезком, что – без него: S-метр должен показывать один и тот же начальный установленный уровень 59+40 дБ). Значит, отрезок настроен правильно. В противном случае, предстоит потренироваться...

На частоте вдвое большей (50,... МГц  $\times 2 = 100, \dots$  МГц) длина данного отрезка будет являться уже полуволновой, отсюда: все манипуляции на конце отрезка будут повторять действия в антенном фидере, значит, – короткое замыкание для сигналов с частотой второй гармоники диапазона 6 м обеспечено!

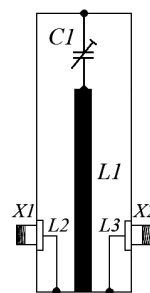
В [2] приведена ещё и схема (рис. 2), а также практическая конструкция простого двухконтурного фильтра на этот диапазон. В этой конструкции, по сути, в одной металлической коробке объединены два спиральных резонатора (два параллельных контура с повышенной величиной добротности) с целью получения нужной П-образной АЧХ. Катушки – бескаркасные, намотаны обмоточным проводом в изоляции диаметром 0,8...2,0 мм и более (для большей мощности диаметр больше) на «дюймовой» оправке диаметром 25 мм. Количество витков – 9, расстояние между витками – 1 мм. Проводники от входа и выхода фильтра припаяны к 1-му витку, считая от «холодного» конца катушек. Расстояние между осями катушек составляет 50 мм. Подстроечные конденсаторы с воздушным диэлектриком, с увеличенным зазором между пластинами, если необходимо ставить фильтр в тракт передатчика, их максимальная ёмкость – 15...30 пФ. Идеальная коробка под фильтр получается штампованной из посеребрённой меди (латуни) толщиной 0,5 мм,

отполированной до зеркального блеска изнутри. Коробка размерами 125x100x75...80 мм не должна иметь никаких посторонних отверстий, кроме как под соединители по входу и выходу и под крепление подстроечных конденсаторов. Крышка коробки, после закрытия фильтра, должна надёжно прожиматься по всему периметру с помощью большого числа винтов с пружинными шайбами или запаиваться сплошным швом. Расстояние от катушек до стенок должно быть как можно большим. Это – по теории, на практике приходится довольствоваться тем, что есть, поэтому пойдёт и алюминиевая глухая коробка (возможно: литая, или согнутая и заваренная аргоном с последующей шлифовкой) с крышкой, а расстояние от катушек до стенок должно быть не менее 20 мм. Уменьшение этого расстояния сильно влияет на добротность катушек, которая снижается, увеличивая затухание в фильтре и расширяя его полосу пропускания, кроме того, из-за внешних факторов, например, изменяющейся температуры, вибрации и т.п., будет нестабильной и настройка фильтра, расстройка будет тем большей, чем ближе витки катушек фильтра находятся к стенкам корпуса и чем тоньше стенки корпуса (будут играть роль мембраны). Посмотреть на конструкцию такого фильтра, но там – для диапазона 144 МГц, можно в [3].

Другая конструкция фильтра рассмотрена в [4] (рис. 3, рис. 4). Поскольку длина волны диапазона 50 МГц получается значительной для создания полноразмерных коаксиальных фильтров линейной конструкции, вибратор (центральный проводник) фильтра сворачивают, но не так круто, как в спиральном

резонаторе: этим достигается меньшая контурная (межвитковая) ёмкость по отношению к спиральному резонатору и, соответственно, большая добротность. Расстояние между центральным проводником и стенками коробки стараются поддерживать постоянным, отсюда: коробка (корпус) фильтра оказывается лабиринтом, по центру которого подвешивается центральный проводник, который может быть как круглого сечения, так и в виде плоской шинки. Все детали, с целью достижения большей добротности, выполняются из металлов с наименьшим электрическим сопротивлением или покрываются ими с полировкой до зеркального блеска, защита от окружающей среды осуществляется бесцветным высококачественным электроизоляционным лаком, который, кстати, даже будучи нанесённым тонким ровным слоем, тоже негативно влияет на добротность резонаторов, но выбирать не приходится: защита и относительная стабильность во времени или, иначе, – окисление металла, его коррозия и резкое ухудшение добротности резонатора.

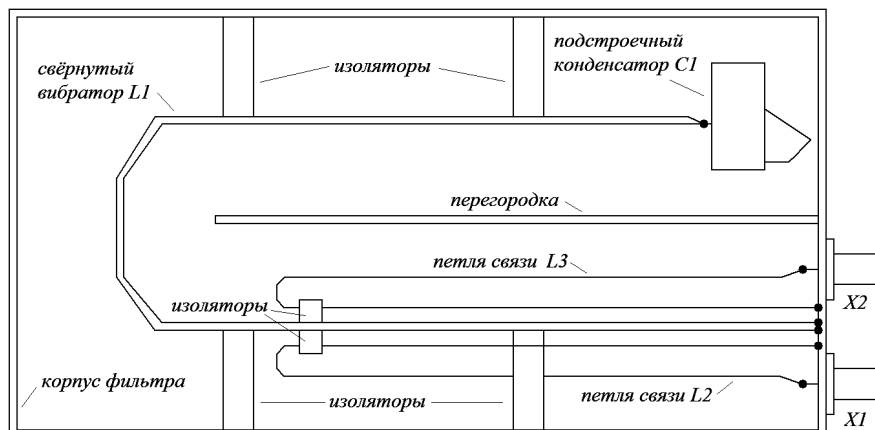
Если фильтр будет использоваться только на приём, можно уменьшить диаметр катушек и, соответственно, габариты его корпуса. Методика настройки фильтра идентична настройке спиральных



**Рис. 3.** Схематичное изображение (не свёрнутого) полоскового коаксиального резонатора [1]

резонаторов или простых параллельных контуров с индуктивной связью и согласованием с нагрузкой.

Фильтр [4] представляет собой свёрнутый коаксиальный резонатор с полосковым вибратором и предназначен для работы с выходной мощностью передатчика не менее 100 Вт, смонтирован в корпусе размерами (пусть Вас не шокируют размеры с долями мм, они переведены из таковых в дюймах из оригинала): 431,8x152,4x76,2 мм из меди, латуни или алюминия (алюминиевого сплава), толщина материала 1,2...1,6 мм. Внешние размеры могут быть и больше – хуже от этого не будет. Перегородка из того же материала имеет размеры: 355,6x7,62 мм. Вибратор фильтра выполнен из полосы (шины) меди или латуни размерами 812,8x20,63x1,5...2 мм, плавно, без перегибов, вибратор согнут по месту размещения (в центральной его части) в корпусе через оправку (например, бутылку, трубу  $2\frac{3}{4}$  дюйма) диаметром 70 мм и прикреплён к стенкам корпуса с помощью четырёх фарфоровых, керамических изоляторов (стоек) длиной 38,1 мм, которые можно подобрать из старых резисторов типа ВС, полностью удалив проводящий слой, или использовать корпуса трубчатых керамических предохранителей – качество изоляции (сняв с изолятора все металлические части) можно проверить в микроволновой печи, включив её на минуту, сколько либо значимый нагрев будет свидетельствовать о неприемлемости материала для монтажа в фильтр – коаксиальный резонатор. Петли связи длиной 254 мм из медного (лучше: посеребрённого) провода диаметром 2,0...2,6 мм расположены симметрично по обе стороны от вибратора на расстоянии в 6,35 мм от него. С одной стороны петли связи припаяны к корпусу фильтра, с другой – к стандартной розетке, например BNC или SO239. Для обеспечения надёжности – защиты от перемещения петель связи относительно вибратора и корпуса,



**Рис. 4.** Эскиз монтажа «свёрнутого» коаксиального резонатора. Плоскость проводника вибратора параллельна боковым стенкам корпуса, осевая линия вибратора находится напротив середины боковых стенок по их высоте. Обратите внимание, корпусные выводы входных и выходных РЧ розеток (X1, X2) укреплены на корпусе фильтра в местах паяк РЧ компонентов фильтра, этим обеспечивается минимальный путь для токов РЧ, циркулирующих в цепях катушек (петель связи). При удлинении вибратора и уменьшении ёмкости конденсатора С1 добротность резонатора увеличивается, полоса пропускания сужается. Возникает проблема размещения вибратора в корпусе, приближение его стенок к вибратору снижает добротность, нужно выбирать: или монтаж фильтра в струнку или применение ещё одного свёртывания, при одинаковом большом расстоянии стенок на всём протяжении лабиринта. Предельная достижимая добротность таких фильтров позволяет создавать таковые с полосой (по уровню – 3 дБ) в одну-другую сотню кГц

у места сгиба они крепятся к вибратору через керамический изолятор, толщина или высота которого определяет расстояние «петля связи - вибратор». Максимальная ёмкость подстроечного конденсатора в коаксиальном резонаторе – 30 пФ, следует обратить внимание: так как РЧ напряжение в точке установки резонатора достигает нескольких тысяч вольт, расстояние между пластинами конденсатора должно быть достаточно большим (до 2...3 мм и более). Для устранения путей возникновения разрядов («дуг») следует скруглить все острые углы на пластинах конденсатора, убрать все заусенцы и острые поверхности, направленные друг к другу с противоположных пластин. Вибратор (внутренний проводник) можно изготовить из листового материала толщиной от 1 мм, лучшей будет серебрённая медь, затем, по убыванию: чистая медь, латунь, алюминий. Альтернативный материал – фольгированный с обеих сторон стеклотекстолит толщиной 1,0...1,5 мм: отрезав

полоску шириной 20 мм, её осторожно сгибают по месту (возможно, при нагреве феном) на оправке диаметром 70 мм и крепят с помощью винтов к фарфоровым (керамическим) изоляторам высотой 38 мм, а изоляторы – к стенкам корпуса фильтра. Для обеспечения равноценности полосок фольги с разных сторон вибратора их нужно замкнуть между собой или полоской фольги, пропаяв её вдоль боковой стороны или через 1...2 см сделав ряд проволочных перемычек толщиной 1 мм, по осевой линии вибратора, и пропаять их с обеих сторон. Непропаянный (в этом варианте) вибратор будет вести себя как два сильно связанных высокодобротных контура, если их ещё и разделить (подключить к «горячим» концам фольги вибратора с той и другой стороны по собственному подстроечному конденсатору), то можно получить два резонанса, разнесённые относительно друг друга и установить их в разных интересных местах диапазона – результат только по приборам.

Этот фильтр можно вытянуть (распрямить) с сохранением всех соотношений (длина – увеличится, ширина – уменьшится), как удобнее для конструктора. Возможно применение труб соответствующего размера квадратного (более желательно) или круглого сечения. Фильтры, как на двух спиральных резонаторах, так и на коаксиальном резонаторе, желательно устанавливать не только на выходе усилителя мощности (между РА и антенной), но и между трансивером (передатчиком) и усилителем мощности, скорректировав, если необходимо, размеры его деталей, рассчитанные под меньшую пропускаемую РЧ мощность. В этом случае, все паразитные внеполосные компоненты сигнала из трансивера не пройдут в усилитель мощности, не будут им усилены и упростят задачу для фильтра в антенном тракте, общая степень подавления нежелательных излучений, в этом случае, увеличится. Поскольку в диапазоне 6 метров работа, например, телеграфом сконцентрирована вблизи частоты 50,090 МГц, а SSB – 50,200 МГц, цифровые виды – 50,300 МГц, есть смысл изготавливать как можно более узкополосные полосовые фильтры, на отведённые полосы, увеличивая добротности резонаторов. Это позволит уменьшить затухание в фильтрах на рабочих частотах (в полосе пропускания фильтра) и повысить подавление за её пределами, особенно следует обратить внимание на подавление второй гармоники сигнала в диапазоне 6 м, попадающей в радиовещательный УКВ FM диапазон. Выполнение элементов фильтра массивными также приводит к уменьшению затухания и повышению температурной стабильности фильтра, у описываемого – затухание в полосе пропускания не

превышает 1 дБ. Следует отметить, что в подобных описываемым четвертьволновым фильтрам, “сверху” имеется большое напряжение – максимум, насчёт зазора в конденсаторе было отмечено выше, а “внизу” – требуется обеспечить очень надёжный контакт с общим проводом (корпусом) фильтра, так как здесь – максимум тока. Следует также отметить, что все соединения с большим током (“снизу” резонатора – касается всех типов таких фильтров) следует стремиться осуществлять в одной точке (или в близких), соединяемой с корпусом фильтра (и заземляемой), для исключения вытекания РЧ тока вонне, этому способствуют также отсутствие отверстий в корпусе фильтра и покрытие внутренней поверхности корпуса фильтра металлами с меньшим сопротивлением и её полировка. Оставляет вопрос, в этом ракурсе, соединение корпусных контактов РЧ розеток непосредственно в месте установки на корпус фильтра (вдали от одной общей по току точки), ради удобства монтажа и устранения излучающей щели, при изоляции корпусов розеток, при соединении их с помощью отдельного проводника в общую точку заземления, – идут на это. Согласование резонатора можно выполнить с помощью чисто петель связи или с помощью петель и последовательно соединённых с ними подстроечных конденсаторов [1].

Для увеличения эффекта подавления нежелательных излучений можно соединять последовательно несколько фильтров, обычно – 2-3, при большем их количестве начинает сказываться вносимое затухание на рабочих частотах. При этом, напряжения и токи РЧ не должны протекать к нагрузке по альтернативным путям, минуя

фильтр (фильтры). Отсюда: длина кабеля между трансивером и фильтром и между РА и фильтром должна быть минимальной и иметь второй экранирующий чулок, соединяемый с одной стороны с корпусом трансивера (РА), с другой – с корпусом фильтра. Есть вариант установки фильтра в корпус, например, РА – в отдельный экранированный отсек, антенна подключается, в этом случае, к РА как к отдельному устройству уже после фильтра.

Совместное непосредственное параллельное подключение режекторных отрезков возможно только для разных частот, АЧХ таких режекторов, едва ли позволит без взаимного влияния использовать их в одном диапазоне, например, 6 м, хотя на краях расширенного (50...54 МГц), можно попробовать такое включение. Для усиления режекции на одной частоте (точнее, в очень узком участке частот) можно использовать включение режекторов один за другим через Т-образные соединители в антенном тракте через полуволновые (с учётом коэффициента укорочения) отрезки кабеля.

Поскольку фарфоровых, керамических изоляторов нужного размера и конфигурации найти довольно сложно, можно в качестве изоляторов применить внутреннюю изоляцию толстых коаксиальных кабелей (ВЧ тефлон, фторопласт или полиэтилен). Отрезок нужной длины снимается с центральной жилы, в имеющемся осевом отверстии с обеих сторон нарезается резьба, например М3, под которую необходимо предварительно увеличить диаметр осевого отверстия сверлом 2,5...2,65 мм. Крепление изолятора осуществляется в отверстия в корпусе фильтра и в материале вибратора винтами впотай.

### Литература

1. В. Беседин (UA9LAQ). АТВ – ЦТВ: фильтры... - Радиолобитель, 2018, №6, стр. 28...32.
2. G. Jessop (G6JP). Keeping your six metres clean. - Radio Communication, 1987, №8, p. 589; 1987, №9, pp.674...675.
3. Компактный полосовой фильтр для диапазона 144 МГц. - Радио, 1975, №5, стр. 60 (“Old Man”, 1973, №1).
4. Easy to build 50 MHz stripline filter. - Radio Communication, 1986, №4.



## Создание ТВЧ установки. Работа над ошибками

Сергей Воронков

г. Белгород

E-mail: voron.61@mail.ru

*“И опыт, сын ошибок трудных...”*

А. Пушкин.

Хотя на ключах, использовавших транзисторы G20N50C (аналоги IRFP460), удалось получить мощность, необходимую для разогрева заготовки до необходимой для заковки температуры (порядка 900...950°C) и даже выше (к примеру, при нагреве трубки  $\Phi=14$  из жаростойкой “нержавейки” произошло расплавление фрагмента трубки, то есть, температура была не ниже 1400°C), оставался вопрос о нагреве заготовок именно из черной стали (т.е., с большой начальной магнитной проницаемостью), что требовало перестройки задающего генератора по частоте. Но тут как в анекдоте про цыгана, отучавшего лошадь есть. Почти отучил, но тут возникла небольшая проблема: сдохла лошадь. Так и у меня: при отработке системы подстройки частоты выходили из строя ключевые транзисторы.

После очередного выхода из строя FETов (причем сразу всех!) возник вопрос о причинах возможной ненадежности этих ключей.

Авария произошла у меня на глазах. По крайней мере, “за мгновенье до” и система внутрициклового ограничения тока работала, и ток был далеко не запредельный (всего порядка 10 А на четыре впараллель работающих G20N50C (аналоги IRFP460), для каждого из которых максимально допустимый постоянный ток (при 20°C) составляет 20 А, не говоря уж об импульсном, который составляет 80 А. И радиатор был холодным... И если бы по току пробило бы ОДИН транзистор из четырех в плече, это УЖЕ сразу вызвало бы КЗ плеча, и остальные транзисторы, выводы которых были бы закорочены вот тем самым вышедшим из строя, уцелели бы, поскольку через них ток не тек бы (поскольку он тек бы через пробитый транзистор). Нет причины выхода из

строения всех четырех параллельно работающих (точнее, работавших ☺). Так что, как говорят некоторые политики, highly likely, дело было не в токе. Тогда в чем же? В напряжении? Если это так, то тупо менять транзисторы на те же самые: “водка без пива – деньги на ветер” (“Операция «С Новым Годом»”), а на глаза MOSFETов с приемлемыми токами (порядка 20 А на корпус), но со значительно большими напряжениями, что-то не попадалось, а горючить целую гармошку из 2SK903 (или им подобных) просто не было места (да и денег, чтобы вместо 16 корпусов приобрести 80! – тоже). Это заставило меня обратить внимание на IGBT, для которых коллектор-эмиттер 1700 В не есть что-то запредельное. Причем – при разумных ценах. Из быстродействующих для частот до 100 кГц мне было рекомендовано (и из имеющихся в поставках – заказано и приобретено) FGH 60N60 SFDTU с напряжением к-э до 600 В и постоянным током (при 25°C) до 60 А на кристалл (а импульсным – до 180 А). Причем в корпусах TO-247, так что переделывать радиатор не было бы необходимости. Диоды Шоттки 60 CPQ150, которыми я пытался отсечь сравнительно медленные “встроенные” в MOSFET диоды, тоже выходили из строя, в продаже их не было, в поставках “под заказ” срок ожидания был порядка двух недель, что дало и повод, и время задуматься об их необходимости.

В работах Кухтецкого [3] просто применялись “быстрые” обратные диоды (в дополнение к встроенным в MOSFET), и никаких последовательных “для отсечки”, которые я “от излишка усердия” решил (и в блоке питания для гальваники [10], и в ТВЧ на IRF840 и на G20N50C [13]) поставить, “чтоб как бы чего не вышло” (©), чтобы как бы отсечь “сравнительно медленные” встроенные в IGBT диоды, имеющие как бы сравнительно большое время восстановления обратного сопротивления.

А в каких вообще случаях имело бы значение время восстановления обратного сопротивления?!

Представим себе половинку моста. Допустим, нижний транзистор открыт, и через него протекает ток. Тогда на верхнем транзисторе – полное напряжение питания, и он (при исправно работающем контроллере!) закрыт. При закрытии нижнего транзистора на его стоке (коллекторе) (особенно при работе на индуктивную нагрузку) может появиться выброс напряжения, который и замыкается через обратный диод, включенный параллельно верхнему транзистору (хоть встроенный, хоть внешний). Пока (еще!) необходимости учитывать время восстановления обратного сопротивления нет. Достаточно, чтобы диод просто открылся (и, по возможности, как можно быстрее). Но каково время открытия?

Ни для обратных диодов MOSFET транзисторов G20N50C, ни для обратных диодов MOSFET транзисторов IRF840, ни для обратных диодов IGBT FGH 60N60 SFDTU это время не указано (во всяком случае, в datasheets я обнаружить не смог). Не приводилось и turn-on time и для быстродействующих диодов, как-то: 60EPU04 и 15ETH06. Но удалось найти упоминание про turn-on time для встроенных диодов транзисторов IRFP4668 как “пренебрежимо малое” (negligible), и это при том, что время восстановления обратного сопротивления у них порядка 150 нс. При этом у быстродействующих диодов 15ETH06 оно порядка 22 нс, а у 60EPU04 – порядка 34 нс. Очевидно, что встроенные диоды транзисторов IRFP4668 значительно менее быстродействующие, но если даже у них время включения “пренебрежимо малое” (и определяется в большей степени емкостью), то следует предполагать, что и у 15ETH06, и/или 60EPU04 оно так же пренебрежимо малое. Так что, в первом приближении, со включением



обратных диодов проблем не будет ☺ (ну, или, по крайней мере, не должно быть).

Ток индуктивного выброса (более корректно – энергии, запасенной в индуктивности) проходит через диод в прямом (для диода) направлении. Естественно, запас этой энергии не безграничен, и ток, как и следует всякому переходному процессу, затухает. Дополнительные цепи формирования траектории коммутации (так “по науке” называются подключенные снабберы) вносят свой вклад в это затухание.

Существует много методик расчета цепей формирования траектории коммутации, но все они “очень много букаф” и используют (пока неизвестные) значения и индуктивности, и индуктивности рассеяния, так что, как говорил Шарик (или уже Шариков?) “А с совой этой я потом разберусь”. То есть, отложим на потом.

Но если (пока ток через обратный диод верхнего транзистора не стал равным нулю) откроется НИЖНИЙ транзистор, диод мгновенно под воздействием запирающего напряжения закрыться не успеет и, таким образом, произойдет (на время восстановления обратного сопротивления диода) короткое замыкание источника питания (через открывшийся нижний транзистор и не закрывшийся мгновенно диод).

Но вот в каком случае возможна такая ситуация, и возможна ли она в нашем случае? “Чисто теоретически”, если бы половинка моста просто управляла бы какой-то индуктивной нагрузкой (например, реле или дросселем понижающего преобразователя step down), и при этом верхний транзистор использовался бы для закорачивания катушки на время переходных процессов, а нижний транзистор открывался бы “внезапно” (цитата из Задорнова), то тогда так да.

Но в нашем случае мост (как и полумост) управляется от специализированного контроллера ШИМ (в нашем случае – UC3825, но мог бы (в более простых случаях) применяться и легендарный TL494), программа которых предусматривает защитный интервал (dead-time) меж-

ду выключением одного плеча и включением противоположного. В минимальном варианте это dead-time определяется максимальным значением duty circle (для TL494 – 45%). При максимальной частоте до 100 кГц это dead-time составит не менее 500 нс. Так что включиться нижний (например) транзистор после отключения может не раньше, чем через 500 нс, за которые и должно произойти восстановление обратного сопротивления диода (после протекания прямого (по отношению к диоду) тока). Такое время восстановления обратного сопротивления обеспечивают многие диоды ☺... “Но и это еще не все!” (цитата из рекламы “Магазина на диване”). Ведь после выключения нижнего транзистора (для UC3825 – всегда, а для TL494 – в двухтактном режиме (но ведь мы только его и используем!)) включается верхний транзистор (как раз параллельно нашему обратному диоду), шунтируя его и, тем самым, снимая ток через диод. Так что к моменту повторного включения нижнего транзистора обратное сопротивление диода, включенного встречно-параллельно верхнему транзистору, уже будет восстановлено. Так что применять “отсекающие” диоды Шоттки (или просто быстродействующие диоды) для отсеки еще не восстановивших обратное сопротивление встроенных в транзистор (хоть MOSFET, хоть IGBT) диодов никакой необходимости нет. Одни расходы. Тогда “Зачем платить больше?” ☺). К тому же даже на диодах Шоттки падение напряжения – не нулевое, и включение их последовательно с транзисторами неизбежно ухудшает КПД.

Однако ставить внешние (по отношению к транзисторам) быстродействующие антипараллельные диоды (например, 60EPU04 или 15ETH06) все-таки стоило. Во-первых, у этих “внешних” диодов меньшее падение напряжения при том же токе. А, во-вторых, хотя примененные MOSFET или IGBT имеют встроенные обратные диоды, это не обязательно для других типов транзисторов. Применение внешних диодов делает схему (и платы) инвариантными

по отношению к примененным типам транзисторов.

Ну вот, “Время пришло...” ☺), чтобы начать разбираться с цепями формирования траектории коммутации (снабберами). Причем безотказно схемы выходного каскада (пуш-пул, мост, полумост и т.д.).

Первые инверторы брали свое начало еще в далеких 50-х-60-х годах прошлого века как альтернатива вибропреобразователям (из постоянного напряжения в переменное) для формирования напряжения питания автомобильных приемников (тогда еще ламповых). Естественно, радиолюбительская мысль (а не только задание профессионалам) не обошла вниманием этот вопрос. В результате на свет появилось множество преобразователей, “хороших и разных” ☺), от простейших однотактных, с самовозбуждением, до многокаскадных с регулировкой частоты (или даже стабилизацией). И они прекрасно работали, даже без каких бы то ни было цепей формирования траектории коммутации. Конечно, в какой-то профессиональной литературе последние, конечно, и рассматривались, но уж занадто академично, с использованием не известных характеристик (подобно тому, как аж до начала 70-х годов прошлого века в учебниках и методичках по усилителям предлагалось использовать входные и переходные ВАХ транзисторов, взятые из справочника (какого?!)), посему и эти учебники и/или методички остались “на бумаге”. А коль скоро “нет тела – нет дела”, то есть на фоне отсутствия жестокой необходимости в устройствах (снабберах) совершенно отсутствовала необходимость практически применимых методик расчета. Последнее было совсем не характерно для наших предков (в радиолюбительской литературе на полном серьезе приводились методики расчета цепей замедления срабатывания/отпускания реле). Наш профессор по матанализу говорил, что только четное количество ошибок МОЖЕТ привести к правильному результату. Одна из них понятна – пренебрежение вот той “занадто академичной” методикой расчета.

“Парной” к этой ошибке можно считать применение низкочастотных транзисторов (тогда других-то и не было). Возможно, были и какие-то еще... Но “ничто не вечно под Луной”, и “хороший стук – он завсегда вылезет”. И в действительности вылез.

Мощности тех самых любительских конструкций (начала 60-х годов) были невысокие – чтоб только было достаточно, чтобы запитать приемник (или даже только анодную цепь приемника). Более мощный преобразователь (с которым я имел дело) применялся в радиостанциях P-123 (250 Вт от 26 В). Но и в любительских конструкциях того времени, и в профессиональной технике использовались низкочастотные транзисторы (например, П210, П207), потому как тогда других не было. И низкая предельная частота ограничивала скорость изменения тока (в частности, запаривания). Да и токи потребления были не очень большими (для P-123 на передачу – до 9,6 А). Так что, при правильно разработанных и изготовленных трансформаторах, проблема амплитуды индуктивных выбросов решалась “как бы” сама собой. Но всему хорошему приходит конец.

Много позже, в начале нулевых в [28] публиковалась схема 12VDC/220VAC преобразователя. Причем, на значительно лучших транзисторах. И выдавала она даже не мейандр, а нечто напоминающее синусоиду. Только вот куда более хорошие транзисторы грелись и выходили из строя. Это и вызвало к жизни upgrade, посвященный цепи формирования траектории коммутации (L-R-C-VD снаббер) [29]. Это только одна вводная.

В 2011 году я разрабатывал 12...24VDC/80VDC конвертер. Схему пушпульного выходного каскада я (говоря честно – просто “слизал”) применил уже готовую. Включая снабберы. Но при выходной мощности порядка 140 Вт (при расчетной 400 Вт!) выходные транзисторы начинали “не по-детски” греться и, в конечном счете, выходили из строя. На осциллограмме было видно, что

на стоках выходных транзисторов появляются индуктивные выбросы, увеличивающиеся по мере увеличения нагрузки до 200 В (далее не увеличивались по причине пробоя транзистора ☹).

В точности повторялся опыт г-на Каракурчи ☹.

Из этого было ясно, что транзисторы выходили из строя “по напряжению”, а не собственно по току. Индуктивность рассеяния и паразитная индуктивность была сведена до минимума (вплоть до того, что обмотки были выполнены скрученным жгутом (как своего рода литцендрат), только после намотки провода прозванивались и соединялись параллельно. Выводы обмоток сделаны были минимальными по длине. Стоки выходных транзисторов соединялись с этими выводами обмоток максимально широкими дорожками (это – в том числе и ради нагрузочной способности дорожек по току) минимальной длины. Все! Измерить индуктивность рассеяния и/или паразитную индуктивность трансформатора имевшимися на тот момент времени у меня приборами было даже теоретически невозможно. Обе индуктивности были значительно ниже, чем разрешающая способность прибора. Но они были! Как там: “Ты суслика видишь? - Нет. - И я нет. А он существует” (©). Но ведь как-то люди подобные конвертеры делали? Это вторая вводная.

И тогда, не полагаясь ни на расчеты моих “предшественников” (у которых я схему выходного каскада и “слизал”), ни на непонятно откуда взявшиеся методики расчета “цепей формирования траектории коммутации”, я решил “ходить с бубей, если хода нету” (©), то есть с фундаментальнейших законов электротехники в комбинации со здравым смыслом. А именно, с законов Кирхгофа и законов коммутации. В случае пушпульной схемы при закрытии транзистора ток через обмотку, подключенную к стоку, мгновенно измениться не может. И если по импульсной составляющей (через конденсатор) будет подключен резистор снаббера, то су-

ществовавший до коммутации ток обмотки будет проходить через омическое сопротивление резистора снаббера, создавая на нем напряжение в полном соответствии с законом Ома. Это напряжение плюс напряжение питания будет приложено к стоку закрывшегося транзистора. И не более! Ни при каких значениях индуктивности рассеяния и/или паразитной индуктивности! По крайней мере, пока напряжением на конденсаторе можно пренебречь. И задавшись максимальным током ключа (перед коммутацией), напряжением питания каскада и желательным значением максимального напряжения на ключе, вычисляется сопротивление резистора снаббера. Тут все ясно.

С емкостью снаббера несколько сложнее. С одной стороны, эта емкость (при вычисленном выше омическом компоненте снаббера) должна обеспечивать постоянную времени уж никак не меньше, чем времени спада тока у активного элемента ключа. Потому как: “Коль кубок уж не кубок, какой же это кубок, какой же это кубок?!” (Конфуций), иначе говоря, для чего тогда нужен снаббер (точнее, конденсатор снаббера), если скорость изменения тока через транзисторный ключ (а, следовательно, напряжение “индуктивного выброса”  $Ldi/dt$ ) определяется не снаббером, а самим транзистором? С другой стороны, постоянная времени снаббера должна быть много меньше, чем длительность импульсов, иначе емкость снаббера будет выступать в роли разделительного конденсатора для резистивной нагрузки (резистора снаббера), в которой будет выделяться значительная доля мощности инвертора.

### Литература

- 28. А.Д. Шепотко. Преобразователь напряжения. - Радиоаматор, 1999, №4.
- 29. А.Н. Каракурчи. Улучшение работы преобразователя напряжения. - Электрик, 2000, №3.



Продолжение в №8/2018

# Дискретные элементы Холла отечественного производства (справочная информация)

Михаил Бараночников  
г. Москва  
E-mail: baranochnikov@mail.ru



Продолжение. Начало в №№5-6/2018

Таблица 2. Основные параметры дискретных элементов Холла (продолжение).

№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Ток управления, мА	Входное/выходное сопротивление, Ом	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А (ориентировочно)	Остаточное напряжение (при В=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/°С	Температурный коэффициент остаточного напряжения, мкВ/°С	Температурный коэффициент сопротивления, %/°С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур, °С	Максимальные габаритные размеры корпуса (подложки) без выводов, мм	№№ рис. внешнего вида
41	ИП	GaAs	0,5 x 0,5	180	10...100	0,1...0,23	0,55...1,3	±(0,0025-0,45)	-	-	-	2	-100...+100	н/д	-
42	ИП1	GaAs	0,5 x 0,5	5...7	100...1000	0,1...0,15	20...21	-	-	-	-	2	-50...+50	н/д	-
43	ПХИ- 01	GaAs	-	3 макс.	250-650	1,05	350	(0,07?)	2	-	-	-	от +1 до +50	2,6 x 2,4 x 1	14
44	ПХИ- 311	nGaAs-iGaAs	-	5	2000	-	100	0,1	± 0,1	-	0,5	3	- 50 ... +150	3 x 3 x 1	7
45	ПХИ- 312		-	5	3000...4000	2	400	0,1	± 0,1	<5	0,5	-	- 50 ... +100	3 x 3 x 1	7
46	ПХИ-313		-	4...6	800-1200 до 2400	0,6...0,8	130...150	±2,0	0,01...0,03	<0,5	0,05...0,008	-	-30...+150	1,9 x 3 x 1,2	8
47	ПХИ-314		-	4...6	800-1200 до 2400	0,8...1,6	200...270	±2,0	0,01...0,03	<5	0,05...0,008	-	-30...+150	Ø2,5 x 1,5	9
48	ПХИ-611		GaAs	-	4...6	800-1200 до 2400	0,8...1,6	200...270	±2,0	0,01...0,03	<5	0,05...0,008	-	-30...+150	3 x 3 x 1,3
49	ПХЭ61А	GaAs	0,4 x 0,12	30	<50	0,3	10	<300 мкВ	<0,03	<5	-	-	- 60 ... +100	6 x 4 x 0,5	10
50	ПХЭ61Б	GaAs	0,4 x 0,12	30	<50	0,2	6,6	<200 мкВ	<0,03	<5	-	-	- 60 ... +100	6 x 4 x 0,5	10
51	ПХЭ61А1	GaAs	0,4 x 0,25	30	<50	0,3	10	<200 мкВ	<0,03	<5	-	<5	- 60 ... +100	1,5 x 1,5 x 0,6	10
52	ПХЭ61Б1	GaAs	0,4 x 0,25	30	<50	0,2	6,6	<150 мкВ	<0,03	<5	-	<5	- 60 ... +100	1,5 x 1,5 x 0,6	10
53	ПХЭ6010 А1	mInSb-iGaAs	0,4 x 0,12	100	10/10	0,075	0,75	<200 мкВ	<0,02	<5	-	<2	-60 ... +100	2x1x0,6 б/к	10
54	ПХЭ6010 А2					0,05	0,5	<100 мкВ	<0,01	<5	-	<1		2,5x1,4x0,6 б/к	10
55	ПХЭ6010 А3					0,03	0,3	<50 мкВ	<0,005	<5	-	<0,5		2,8x1,6x0,6 б/к	10
56	ПХЭ6013	nInSb-iGaAs	0,2 x 0,06	50	<50	0,03	0,6	300 мкВ	0,01	<1	-	0,5	-60 ... +125	0,5x0,5x0,6 б/к	10
57	ПХЭ6013 А		0,2 x 0,06	50	<50	0,03	0,6	300 мкВ	0,01	<1	-	0,5	-60 ... +125	0,35x0,35x0,2 б/к	10
58	ПХЭ601117А		7x3,5	100	<15	>0,5	5	<100 мкВ	<0,2	<5	-	<5	-60 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
59	ПХЭ601117Б		7x3,5	100	<15	>0,3	3	<50 мкВ	<0,1	<5	-	<3	-60 ... +100	8x8x0,6 б/к	10

Таблица 2. Продолжение

№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Ток управления, мА	Входное/выходное сопротивление, Ом	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл·А (ориентировочно)	Остаточное напряжение (при В=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/°С	Температурный коэффициент остаточного напряжения, мкВ/°С	Температурный коэффициент сопротивления, %/°С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур, °С	Максимальные габаритные размеры корпуса (подложки) без выводов, мм	№ рис. внешнего вида
60	ПХЭ601 117В	nInSb-iGaAs	7x3,5	100	<15	>0,2	2	<20 мкВ	<0,05	<5	-	<2	-60 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
61	ПХЭ601 817А		7x3,5	100	<10	>0,1	1,0	<30 мкВ	<0,03	<2	-	<2	-271,5 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
62	ПХЭ601 817Б		7x3,5	100	<10	>0,08	0,8	<20 мкВ	<0,02	<2	-	<1,5	-271,5 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
63	ПХЭ601 817В		7x3,5	100	<10	>0,06	0,6	<10 мкВ	<0,01	<2	-	<1,0	-271,5 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
64	ПХЭ601 118А		7x3,5	100	<10	>0,075	0,75	<30 мкВ	<0,02	<1	-	<1	-271,5 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
65	ПХЭ601 118Б		7x3,5	100	<10	>0,05	0,5	<20 мкВ	<0,01	<1	-	<0,5	-271,5 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
66	ПХЭ601 118В	nInSb-iGaAs	7x3,5	100	<10	>0,03	0,3	<10 мкВ	<0,005	<1	-	<0,3	-271,5 ... +100	8x8x0,6 б/к	10
67	ПХЭ602 117А		2 x 0,5	100	15/15	0,5	5	±0,001	0,5	<5	0,5	5	-60 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
68	ПХЭ602 117Б		2 x 0,5	100	15/15	0,3	3	±0,0005	0,3	<5	0,5	3	-60 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
69	ПХЭ602 117В	2 x 0,5	100	15/15	0,2	2	±0,0002	0,1	<5	0,5	2	-60 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10	
70	ПХЭ602 817А	nInSb-iGaAs	2 x 0,5	100	5/5	0,1	1	±0,0003	0,03	<2	0,5	1	-271,5 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
71	ПХЭ602 817Б		2 x 0,5	100	5/5	0,08	0,8	±0,0002	0,02	<2	0,5	1,5	-271,5 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
72	ПХЭ602 817В		2 x 0,5	100	5/5	0,06	0,6	±0,0001	0,01	<2	0,5	1	-271,5 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
73	ПХЭ602 118А	nInSb-iGaAs	2 x 0,5	100	10/10	0,075	0,75	±0,0003	0,02	<1	0,5	1	-271,5 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
74	ПХЭ602 118Б		2 x 0,5	100	10/10	0,05	0,5	±0,0002	0,01	<1	0,5	0,5	-271,5 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
75	ПХЭ602 118В		2 x 0,5	100	10/10	0,03	0,3	±0,0001	0,005	<1	0,5	0,3	-271,5 ... +100	3 x 3 x 0,6 б/к	10
76	ПХЭ603 118А	nInSb-iGaAs	0,1 x 0,05	100	15/15	0,1	0,3 ... 0,75	±(0,0001-0,0003)	±(0,05-0,02)	<2	0,5	0,3	-271,5 ... +100	2 x 3 x 0,6 б/к	10
68	ПХЭ605 117		1 x 0,25	100	10/10	0,03 ... 0,075	0,3 ... 0,75	±(0,0001-0,0003)	±(0,05-0,02)	<2	0,5	0,3 ... 1	-271,5 ... +100	5 x 3 x 0,8 б/к	11
79	ПХЭ605 117А		1 x 0,25	100	15/15	0,5	5	±0,002	0,5	<2	0,5	5	-271,5 ... +100	2 x 1,5 x 0,6 б/к	11
80	ПХЭ605 117Б		1 x 0,25	100	15/15	0,3	3	±0,001	0,3	<2	0,5	3	-271,5 ... +100	2 x 1,5 x 0,6 б/к	11
81	ПХЭ605 117В		1 x 0,25	100	15/15	0,2	2	±0,0005	0,1	<2	0,5	2	-271,5 ... +100	2 x 1,5 x 0,6 б/к	11
82	ПХЭ605 118А		1 x 0,25	100	5/5 (или 10/10)	0,075	0,75	±0,0003	<0,02	<1	0,5	<2	-271,5 ... +100	2 x 2 x 0,6 или	11
83	ПХЭ605 118Б	1 x 0,25	100	5/5 (или 10/10)	0,05	0,5	±0,0002	<0,01	<1	0,5	<1,5	-271,5 ... +100	2 x 2 x 0,6 или 2x3x0,6	11	
84	ПХЭ605 118В	1 x 0,25	100	5/5 (или 10/10)	0,03	0,3	±0,0001	<0,005	<1	0,5	<1	-271,5 ... +100	2 x 2 x 0,6 или 2 x 3 x 0,6 б/к	11	
85	ПХЭ605 817А	1 x 0,25	100	10/10	0,1	1,0	±0,0003	0,03	<2	0,5	<2	-271,5 ... +100	2 x 2 x 0,6 б/к	11	

Таблица 2. Продолжение

№ п/п	Тип прибора	Материал МЧЭ	Размер чувствительной зоны, мм	Ток управления, мА	Входное/выходное сопротивление, Ом	Магнитная чувствительность, В/Тл	Удельная магнитная чувствительность, В/Тл*А (ориентировочно)	Остаточное напряжение (при В=0), В/А	Температурный коэффициент ЭДС Холла, %/°С	Температурный коэффициент остаточного напряжения, мкВ/°С	Температурный коэффициент сопротивления, %/°С	Коэффициент нелинейности, %	Диапазон рабочих температур, °С	Максимальные габаритные размеры корпуса (подложки) без выводов, мм	№ рис. внешнего вида
86	ПХЭ605 817Б	nInSb-iGaAs	1 x 0,25	100	10/10	0,08	0,8	±0,0002	0,02	<2	0,5	<1,5	-271,5 ... +100	2 x 2 x 0,6 б/к	11
87	ПХЭ605 817Б		1 x 0,25	100	10/10	0,06	0,6	±0,0001	0,01	<2	0,5	<1	-271,5 ... +100	2 x 2 x 0,6 б/к	11
88	ПХЭ606 117А	nInSb-iGaAs	0,15x 0,15	100	15/15	0,1	1,0	±0,0005	0,02	<5	0,5	2	-60 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
89	ПХЭ606 117А		0,15x 0,15	100	15/15	0,08	0,8	±0,0003	0,01	<5	0,5	1	-60 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
90	ПХЭ606 117А		0,15x 0,15	100	15/15	0,06	0,6	±0,0002	0,005	<5	0,5	0,5	-60 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
91	ПХЭ606 118А	nInSb-iGaAs	0,15x 0,15	100	10/10	0,075	0,75	±0,0005	0,02	<2	0,5	2	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
92	ПХЭ606 118Б		0,15x 0,15	100	10/10	0,05	0,5	±0,0003	0,01	<2	0,5	1	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
93	ПХЭ606 118В		0,15x 0,15	100	10/10	0,03	0,3	±0,0002	0,005	<2	0,5	0,5	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
91	ПХЭ606 118А		0,15x 0,15	100	10/10	0,075	0,75	±0,0005	0,02	<2	0,5	2	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
92	ПХЭ606 118Б		0,15x 0,15	100	10/10	0,05	0,5	±0,0003	0,01	<2	0,5	1	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
93	ПХЭ606 118В		0,15x 0,15	100	10/10	0,03	0,3	±0,0002	0,005	<2	0,5	0,5	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
94	ПХЭ606 817А		0,15x 0,15	100	10/10	0,1	1	±0,0005	<0,03	<2	0,5	<2	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11
95	ПХЭ606 817Б	0,15x 0,15	100	10/10	0,08	0,8	±0,0003	<0,02	<2	0,5	<1	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11	
96	ПХЭ606 817В	0,15x 0,15	100	10/10	0,06	0,6	±0,0002	<0,01	<2	0,5	<0,5	-271,5 ... +100	2 x 1,5x 0,6 б/к	11	
97	ПХЭ607 118А	nInSb-iGaAs	0,15x 0,15	100	10/10	0,075	0,75	±0,001	<0,02	<2	0,5	2	-271,5 ... +100	1 x 1 x 0,6 б/к	11
98	ПХЭ607 118Б		0,15x 0,15	100	10/10	0,05	0,5	±0,00075	<0,01	<2	0,5	1	-271,5 ... +100	1 x 1 x 0,6 б/к	11
99	ПХЭ607 118В		0,15x 0,15	100	10/10	0,03	0,3	±0,0005	<0,005	<2	0,5	0,5	-271,5 ... +100	1 x 1 x 0,6 б/к	11
100	ПХЭ607 118А1		0,1x 0,05	100	<15	>0,1	1,0	<100 мкВ	<0,1	<2	0,5	<1	-271,5 ... +100	1x1x0,6	11
101	ПХЭ607 118Б1		0,1x 0,05	100	<15	>0,05	0,5	<50 мкВ	<0,02	<2	0,5	<1	-271,5 ... +100	1x1x0,6	11
102	ПХЭ607 118А5	nInSb-iGaAs	0,8x 0,25	100	<50	>0,1	1,0	<100 мкВ	<0,05	<2	0,5	<1	-271,5 ... +100	5x2x0,6	11
103	ПХЭ607 118А20		0,4x 0,25	100	<50	>0,05	0,5	<100 мкВ	<0,005	<2	0,5	<2	-60 ... +100	20x1x0,6	11
104	ПХЭ607 817А		0,15x 0,15	100	10/10	0,1	1,0	±0,001	<0,03	<2	0,5	<2	-271,5 ... +100	1 x 1 x 0,6 б/к	11
105	ПХЭ 607817Б		0,15x 0,15	100	10/10	0,08	0,8	±0,00075	<0,02	<2	0,5	<1,5	-271,5 ... +100	1 x 1 x 0,6 б/к	11



Окончание в №8/2018

**Республиканская научно-техническая библиотека, один из крупнейших информационных центров Беларуси, предлагает специалистам ознакомиться с новыми изданиями и статьями.**

### РАДИОТЕХНИКА

**1. Белик, Б. В. Мониторинг подвижных источников радиоизлучений с бесстробовым отождествлением измерений / Б. В. Белик, В. С. Верба, В. И. Меркулов // Автоматизация и соврем. технологии. - 2017. - № 3. - С. 129-133. - (Системы и приборы управления). - Библиогр.: 6 назв.**

Рассмотрен алгоритм многообъектного сопровождения подвижных источников радиоизлучений с подвижного носителя с использованием бесстробовой идентификации измерений. Проведено исследование эффективности рассмотренного алгоритма.

**2. Борисов, Е. Г. Определение местоположения источников радиоизлучения пассивной двухпозиционной радиотехнической системой / Е. Г. Борисов, С. Г. Егоров, И. С. Мартмянов // Вопр. радиозлектроники. Серия: Общтехн. (ОТ). - 2017. - Вып. 1, № 1. - С. 15-20. - (Радиолокация и радионавигация). - Библиогр.: 14 назв.**

Проведен анализ способов определения местоположения источников радиоизлучения пассивной двухпозиционной радиотехнической системой без использования угломерной информации. Получены аналитические выражения для определения дальностей и прямоугольных координат применительно к различному составу вектора измеренных параметров. Проведен анализ точности измерения дальности разработанными способами.

**3. Головкин, А. А. Математическое и схемотехническое моделирование демодуляторов сигналов с угловой модуляцией и усилителей для вариантов включения согласующих комплексных четырехполюсников между источником сигнала и нелинейной частью / А. А. Головкин, В. А. Головкин, Н. А. Дружинина // Наукоем. технологии - 2017. - № 1. - С. 9-18. - (Математическое моделирование физико-технических систем). - Библиогр.: 6 назв.**

Определены взаимосвязи между элементами классической матрицы передачи включенных между источником сигнала и нелинейным элементом комплексных четырехполюсников, оптимальных по критерию обеспечения заданных зависимостей модуля и фазы передаточных функций демодуляторов сигналов с угловой модуляцией и усилителей от частоты. Получены оптимальные по выбранному критерию зависимости сопротивлений комплексных двухполюсников и математические модели квазиоптимальных двухполюсников, реализующих указанные характеристики в ограниченной полосе частот. Предложены кольцевые схемы демодуляторов и усилителей, удовлетворяющих выбранному критерию.

**4. Елисеев, А. В. Фильтрация информационного процесса в условиях параметрической неопределенности / А. В. Елисеев, С. Н. Овсянников, С. А. Пшеничный // Автоматизация и соврем. технологии. - 2017. - № 3. - С. 113-120. - (Современные технологии). - Библиогр.: 7 назв.**

Рассмотрена задача линейной фильтрации в условиях, когда модель информационного процесса известна с точностью до параметра. Предложено использовать экспертную систему, основанную на нечетких логических правилах вывода. Предложена структурная схема адаптивного фильтра. Приведены результаты численного моделирования.

**5. Малиничев, Д. М. Многофакторная имитационная модель обслуживания подвижных абонентов в мобильных системах связи / Д. М. Малиничев, Д. А. Резинин, А. О. Шорин // Радиотехника. - 2016. - № 5. - С. 121-126. - (Математические методы в радиотехнике). - Библиогр.: 10 назв.**

Показано, что при создании имитационной модели работы абонентов в сотовой сети возникает довольно обширный круг задач, относящихся к различным областям. Установлено, что значительная их часть относится к разработке адекватных вероятностно-статистических методов генерации состояний и переходов. Предложено программное формирование статистики заданных законов и сбор конкретных результатов.

**6. Титков, Б. В. Сравнительный анализ радиотехнических методов обзора земной поверхности с помощью средств, установленных на летательных аппаратах / Б. В. Титков, А. П. Алешкин, О. Л. Полончик // Вопр. радиозлектроники. Серия: Общтехн. (ОТ). - 2017. - Вып. 1, № 1. - С. 21-27. - (Радиолокация и радионавигация). - Библиогр.: 3 назв.**

Представлен сравнительный анализ методов обзора подстилающей поверхности с помощью радиотехнических средств космического базирования. Анализ проведен с использованием компьютерного имитационного моделирования и результатов аналитических расчетов основных характеристик. Предложены пути повышения эффективности обзора земной поверхности. Сформулированы рекомендации по построению систем радиовидения.

**7. Программно-управляемые ключевые радиопередающие устройства / Н. В. Куликов [и др.] // Радиотехника. - 2016. - № 12. - С. 154-157. - (Работы сотрудников Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого). - Библиогр.: 7 назв.**

Рассмотрены принципы построения ключевых радиопередающих устройств большой мощности, которые нашли широкое применение в системах связи, наземной радионавигации и радиовещании. Отмечено, что стоимость и трудоемкость разработки усилители мощности данных радиопередающих устройств при всем разнообразии технических характеристик и параметров можно было бы заметно снизить на основе использования унифицированных технологических отработанных решений.

### ТЕЛЕФОННАЯ СВЯЗЬ

**1. Гупта, С. Мифы о технологии беспроводной зарядки на основе магнитного резонанса / С. Гупта, А. Гречишников // Беспровод. технологии. - 2018. - № 1. - С. 54-57. - (Новые технологии).**

Обсуждены перспективные возможности беспроводной зарядки мобильных телефонов на основе магнитного резонанса. Описаны ошибочные представления о возможностях данной технологии.

**2. Ефимов, С. П. Перспективы сетей местной телефонной связи России / С. П. Ефимов // Электросвязь. - 2018. - № 1. - С. 58-63. - (Наука). - Библиогр.: 11 назв.**

Проанализировано положение электросвязи России. Установлено, что происходит перераспределение доходов в пользу крупнейших операторов с участием бюджетной системы РФ. Показано, что экономические модели взаимодействия операторов связи между собой могут привести к коллапсу отрасли и поглощению операторов транснациональными корпорациями. Предложены меры по стабилизации ситуации и обоснована необходимость выработки нового плана развития связи на основе новой концепции.

**3. Зубарев, Ю. Б. Развитие мобильной связи пятого поколения / Ю. Б. Зубарев, А. Г. Самойлов // Научном. технологии. – 2018. – Т. 19, № 1. – С. 37-43. – (Анализ и обработка сигналов). – Библиогр.: 14 назв.**

Рассмотрены проблемы организации сотовой связи пятого поколения 5G в миллиметровом диапазоне (ММД) волн. Отмечены основные достоинства и недостатки миллиметровых волн. Определены направления для поднятия энергетического потенциала в радиоканалах ММД.

**4. Новинский, Д. SIM7020E: NB-IoT-модуль в знакомом форм-факторе / Д. Новинский // Беспровод. технологии. – 2018. – № 1. – С. 16-18. – (Компоненты). – Библиогр.: 6 назв.**

Показано, что сегодня на рынке M2M-устройств преобладают GSM-модули. Подчеркнуто, что есть ряд применений, в которых передача данных по сотовому каналу связи не пригодна из-за сравнительно высокого энергопотребления. Возможное решение предложено в редакции 3GPP – применение LTE Cat-NB1. Указано, что модули, использующие данную технологию, способны обеспечить рекордные показатели энергопотребления.

**5. О’Грейди, К. Bluetooth 5: мифы и реальность / К. О’Грейди, В. Рентюк // Беспровод. технологии. – 2018. – № 1. – С. 14-15. – (Компоненты).**

Представлена новая спецификация беспроводных персональных сетей Bluetooth 5. Развенчаны наиболее распространенные мифы, ошибочные представления и даже откровенная ложь о новой версии Bluetooth.

**6. Пастухов, А. А. Взрывобезопасная волоконно-оптическая система шахтной телефонной связи на базе IP-технологии / А. А. Пастухов // Гор. оборудование и электромеханика. – 2017. – № 7. – С. 45-46. – (Электромеханика. Автоматизация). – Библиогр.: 4 назв.**

Предложена структурная схема взрывозащищенной системы связи. Указано, что питание в предлагаемой схеме осуществляется от шахтного аппарата освещения, что позволяет организовать освещение в месте установки телефонного аппарата. Подчеркнуто, что установка на поверхности центрального компьютера, выполняющего функции IP-АТС, позволяет выбрать модель соответствующей производительности.

**7. Тихвинский, В. О. Технологии 5G – базис мобильной инфраструктуры цифровой экономики / В. О. Тихвинский // Электросвязь. – 2018. – № 2. – С. 48-55. – (Наука). – Библиогр.: 27 назв.**

Представлен анализ текущего состояния технологии мобильных сетей 5G ведущими международными организациями связи. Особое внимание уделено вопросам создания наземного и спутникового сегментов сетей 5G. Представлены технические характеристики сетей 5G и результаты практических достижений на основе тестирования предварительных версий pre-5G оборудования.

**8. Шорин, А. О. Прогноз локальных перегрузок в сети мобильной связи на основе экстраполяции интенсивностей потоков абонентов / А. О. Шорин // Электросвязь. – 2018. – № 2. – С. 40-50. – (Наука). – Библиогр.: 14 назв.**

Предложена методика формирования заблаговременного прогноза локальных перегрузок в сети мобильной связи. Указано, что она основана на теории массового обслуживания и модели диффузионного описания изменений интенсивностей мобильного и информационного потоков. Приведен анализ качества предлагаемого алгоритма прогноза.

## Издания не продаются!

Ознакомиться с предложенными изданиями можно в читальных залах Республиканской научно-технической библиотеки и ее областных филиалов. Библиотека также оказывает дополнительные услуги по копированию и сканированию фрагментов документов, записи на дискету, CD-ROM, флэш-карту и др. Более подробную информацию о режиме работы и услугах можно получить по адресу: 220004, г. Минск, проспект Победителей, 7, РНТБ, тел. 203-31-00, <http://www.rlst.org.by>, e-mail: [rlst@rlst.org.by](mailto:rlst@rlst.org.by).

## КПО

Для публикации бесплатных объявлений **некоммерческого характера** о покупке и продаже радиоловительской литературы, приборов, радиодеталей, их текст можно присылать в письме по адресу: **РБ, 220015, г. Минск-15, а/я 2**, на адрес электронной почты [rl@radioliga.com](mailto:rl@radioliga.com) или продиктовать по телефону **(+375-17) 231-70-86** с 10.00 до 18.00.

### Продам:

- видеокассетный рекордер Sony SLV-X311;
- DVD-рекордер Samsung R155MK;
- современную литературу по р/электронике. Тел. **+375 29 139 47 90**.

**Продам или подарю** коллективным радиостанциям в Дома технического творчества детей и школьников:

- транзисторная р/станция "Лавина";
- трансивер UW3DI-I с изменениями;
- трансивер на базе радиоприемника "Крот";
- транзисторные передатчики "Кварц" на 3,5 МГц и 144 МГц;
- автоматические датчики "Кода Морзе" с выходом на динамик и головные телефоны;
- набор кварцев к р/станции РСИУ-3М;
- стрелочные измерительные головки для измерения I и U постоянного и переменного тока;
- импульсные блоки питания от компьютеров. Тел. **+375 29 966 01 49 (Velcom); +375 33 321 66 69 (МТС), Виктор EW4CT**.

**Куплю** ГУ-74Б, ГУ-58Б, ГУ-96Б, ГУ-23А.

Тел. **+79110804495** WhatsApp.  
E-mail: [rdl72@mail.ru](mailto:rdl72@mail.ru)

### Продам:

- Измерительные головки к АВО Ц-20 (новая), к Е 6-6, М 262 м (1мА-100мкА), 4 МШ + шунт (1944 г.в.);
- Вентиляторы ВН-2 (блок, новые) (220В), УВО – 2,6-6,5 (220В) (регулируемый) 260 м³ в час;
- Эстрадный УМ "Импульс-80" + монитор;
- Часы механические 119 ЧС-М3;
- Конструктор (часы, будильник, секундомер на ИВ, таймер на П571);
- Радиола "Минск Р-7";
- Радиоприемник МП-64;
- Радио Р-105 м (трансивер);
- Входной делитель частотомера "ЦШ-02" (упаковка, руководство);
- Веретенный механизм от "Р-250";
- Лампы: Зрб с панелями (4 шт.), импульсные ИФК-120 (4 шт. новые), СШ-5 (6/у);
- Лампы ГУ-50 (2 шт.);
- Линейные индикаторы ИН-13 (новые), ИН-9;
- Микрофон электретный;
- Динамики ВЧ "Нокия" 8 Ом (2 шт.), ИТТ 8 Ом (2 шт.);
- Мост Уитстона ММВ (0,05-50000 ом);
- Мегаомметр М4100-4 (1000 В);
- ЛАТР-9А;
- Трансформаторы ТПП 319У, ТПП 318, ТПП 321, ТС 180-2;
- Автотрансформатор АПБ (630ВА) (220-127В);
- БП кинопроектора КАТ-16;
- Альбом схем "Радиоприемники, радиолы, электрофоны, магнитофоны" (с 1946 по 1968 гг.);
- Каталог "Электроизмерительные приборы" (1968 г.);
- Каталог "Средства хронометрической техники. Часть 1" (1978 г.). Тел.: **+375 29 76-706-30 (МТС), Казимир, г. Минск**.

Республика Беларусь,  
220015, г. Минск-15, а/я 2  
rl@radioliga.com  
www.radioliga.com

## Подписка - 2018

Подписку можно оформить в любом почтовом отделении по месту жительства. Возможно произвести подписку, начиная с любого месяца.

### ☛ В почтовых отделениях

Читатели **Беларуси** могут подписаться на журнал по каталогам:

“Белпочта” (подписной индекс – **74996**);

“Белсоюзпечать” (подписной индекс – **74996**).

Читатели **России** могут подписаться на журнал по каталогам:

“Роспечать” (подписной индекс – **74996**);

ООО “Северо-Западное Агентство «Прессинформ»”, ООО “Информнаука”, ЗАО МК-Периодика”, ГК “Урал-Пресс” (подписной индекс – **74996**).

Читатели стран **ближнего и дальнего зарубежья** могут подписаться на журнал по своим национальным каталогам: ГП “Пресса” (Украина), АО “Летувос паштас” (Литва), ООО “Подписное агентство PKS” (Латвия), ГП “Пошта Молдовей” (Молдова), Фирма “INDEX” (Болгария), Kuschnerov EASTEUROBOOKS (Германия) (подписной индекс – **74996**).

### ☛ Из редакции

Приобрести имеющиеся в наличии отдельные номера журнала, а также подписаться на любой период, можно через редакцию.

Для этого нужно перевести на наш расчетный счет соответствующую сумму, на бланке перевода очень четко написать свой почтовый индекс, полный адрес, а также фамилию, имя и отчество полностью.

В графе “Для письменного сообщения” необходимо перечислить, какие конкретно номера журнала Вы заказываете.

При заказе номеров журналов, уже вышедших из печати, следует предварительно уточнить их наличие. Текущие цены приведены в таблице.

**Наложением платежом редакция журналы не высылает!**

Год, номера	Стоимость с пересылкой	
	Беларусь (белорусские рубли)	Международные отправления (эквивалент USD)
2005-2008	25	30,0
2009-2010 (1 номер)	2,0	2,25
2011 (1 номер)	2,5	2,50
2012 (1 номер)	2,7	2,75
2013 (1 номер)	3,0	3,00
2014 (1 номер)	3,5	3,25
2015 (1 номер)	4,0	3,50
2016 (1 номер)	5,0	4,00
2017 (1 номер)	6,0	4,50
2018 (1 номер)	6,5	5,00

ПРИОБРЕТЕНИЕ ЖУРНАЛА В МАГАЗИНАХ:	
КНИГА XXI ВЕК	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 92
РУП БЕЛСООЗПЕЧАТЬ	
МАГАЗИН 401	УЛ. ЖУКОВСКОГО 5/1
МАГАЗИН 402	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 44
МАГАЗИН 403	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 74
МАГАЗИН 404	УЛ. ЛЕНИНА 15
МАГАЗИН 405	УЛ. ВАРВАШЕНИ 6/3
МАГАЗИН 406	УЛ. ЗАПОРОЖСКАЯ 22 УЛ. ФИЛИМОНОВА 1
МАГАЗИН 407	УЛ. Я.КОЛОСА 67
МАГАЗИН 408	УЛ. СУРГАНОВА 40
МАГАЗИН 409	ПР. РОКОССОВСКОГО 140
МАГАЗИН 410	БУЛ-Р ШЕВЧЕНКО 7
МАГАЗИН 411	ПР. ПУШКИНА 77
МАГАЗИН 412	УЛ. КИЖЕВАТОВА 80/1
МАГАЗИН 413	УЛ. КАЛИНОВСКОГО 82/2
МАГАЗИН 414	УЛ. К.МАРКСА 6 УЛ. ВОЛОДАРСКОГО 22
МАГАЗИН 415	УЛ. М.ТАНКА 16
МАГАЗИН 416	УЛ. В.ХОРУЖЕЙ 24 К.2
МАГАЗИН 417	УЛ. НЕКРАСОВА 35
МАГАЗИН 418	ПЛ. ПОБЕДЫ, ПЕРЕХОД МЕТРО
МАГАЗИН 419	ПР. ПОБЕДИТЕЛЕЙ 51/1
МАГАЗИН 420	УЛ. ЕСЕНИНА 16
МАГАЗИН 421	СТ. МЕТРО ПУШКИНСКАЯ
МАГАЗИН 422	УЛ. ИЛИМСКАЯ 10-2
МАГАЗИН 423	УЛ. СЛАВИНСКОГО 37/А
МАГАЗИН 424	УЛ. ЖИЛУНОВИЧА 31
МАГАЗИН 425	УЛ. К.МАРКСА 21
МАГАЗИН 426	ПР. НЕЗАВИСИМОСТИ 113
МАГАЗИН 427	УЛ. ВОЛОДАРСКОГО 16
МАГАЗИН 428	УЛ. ВОЛГОГРАДСКАЯ 23

### ☛ Электронный архив

Для получения архива **жителям Беларуси** нужно перевести на наш расчетный счет 29,9 руб, на бланке перевода очень четко написать свой почтовый индекс, полный адрес, а также фамилию, имя и отчество полностью.

В графе “Для письменного сообщения” необходимо написать “Архив”. Срок отправки – по перечислению.

Акция действительна в текущем году. Необходимое условие – сохранение подписных купонов на 2018-й год.

При отправке **копии купона** в редакцию укажите почтовый индекс, полный адрес, фамилию, имя и отчество полностью.

### ☛ Контактная информация

Более подробную информацию можно получить:

- по телефону в г. Минске **+375 17 231-70-86, +375 29 350-55-56, +375 29 509-55-56**.

- по E-mail: [rl@radioliga.com](mailto:rl@radioliga.com)

### ☛ Реквизиты

ИЧУП “Радиолига”, УНН 190549275, р/с BY68AKBB30120000363525100000, код АКВВВ21510, филиал №510  
ОАО “АСБ Беларусбанк” г. Минска.



international journal of amateur and professional electronics

# радио

# любители

№ 7

Июль

2018

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ И ПРОФЕССИОНАЛОВ

Природа  
берёт своё...

ISSN 1994 - 3466



9 771994 346009 1 8007

СОЛОНЧУК

ПОДПИСКА - 2018

<http://www.radioliga.com>  
[rl@radioliga.com](mailto:rl@radioliga.com)